## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000241782 A

(43) Date of publication of application: 08.09.00

(51) Int. CI

G02F 1/11 H04B 10/02

(21) Application number: 11042082

(22) Date of filing: 19.02.99

(71) Applicant:

**FUJITSU LTD** 

(72) Inventor:

**KAI TAKETAKA ONAKA HIROSHI** SAITO YOSHIHIRO **KUBODERA KAZUMASA** 

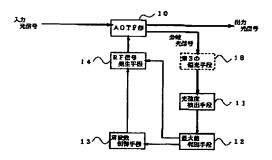
## (54) VARIABLE WAVELENGTH SELECTIVE FILTER AND BRANCHING/ INSERTING DEVICE

## (57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To select an optical signal of a desired wavelength even in the case of a temp. change and a secular change, etc.

SOLUTION: Relating to this device, the light intensity of the optical signal branched is detected by an acoustooptical tunable filter(AOTF) part 10 to be outputted while changing a frequency of an RF signal generated by an RF signal generation means 14 by a maximum value discrimination means 12. The maximum value discrimination means 12 discriminates a maximum value for the optical signal of the prescribed wavelength from the detection value. A frequency control means 13 applies the frequency of the RF signal imparting the maximum value to the AOTF part 10. Thus, the optical signal of the desired wavelength is branched/inserted precisely.

COPYRIGHT: (C)2000, JPO



## THIS PAGE BLANK (USPTO)

U 5K002	00/6	H 0 4 B		10/02	H 0 4 B
5 0 2 2H079	1/11 5	G 0 2 F	502	1/11	G 0 2 F
テーマュード(お考)		н П	放別記号		(51) Int. C1.7
(P2000-241782A) (43)公開日 平成12年9月8日(2000.9	(P 2 (43)2				
	7 <u>E</u> 21				

	審査開水 未削	審査開求 未開水 開水項の数20 OL	70	(全35頁)
(21)出版番号	特爾平11-42082	21	(71) 出廢人 000005223	000005223
(22) 出版日	平成11年2月19	平成11年2月19日 (1999. 2. 19)		富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
				台
			(72) 発明者	甲斐 雄高
				神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
				身 富士通株式会社内
			(72) 晃明者	路中 親
				神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1
				身 富士通株式会社内
			(74)代理人	(74)代理人 100072718
				弁理士 古谷 史旺 (外1名)
				及移町に続く

(54) 【発明の名称】可変被長週択フィルタおよび分岐・挿入装置

(67) [財約]

も所留の改長の光信号を選択することができる可変改長 **徴択フィルタおよびこの可変被長選択フィルタを使用し** 【限題】 本発明は、温度変化や経年変化などのよって た分岐・仰入装図を提供することを目的とする。

本発明における可変散長週択フィルタお 値を判別する。周波数制御手段13は、この最大値を与 よびこの可変数長選択フィルタを使用した分岐・挿入装 **型は、RF信号発生手段14によって発生するRF信号** の周波数を吸大値判別手段12によって変えながら、A OTF部10によって分岐して出力される光信号の光強 質を光検出手段11によって検出する。 最大値判別手段 12は、この検出値から所定被長の光信号に対する最大 えるRF信号の周波数をAOTF部10に印加する。こ れによって、正確に所留の故長の光信号を分岐・挿入す ることができる。

日本項1, 2, 3, 8, 10年記載の発用の取品機関 人力 光信号

[ 特許哲状の領囲]

光を回転させることで任意の波長の光を選択し第1の出 カとし、他の被長の光は第2の出力とする可変被長週択 と、前配RF信号を印加された第1の光導波路と第2の で第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 加するRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 【開水項1】 光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を 尊故する第1の光導被路とTEモード光を導被する第2 光導被路とからの光信号を合故し光の偏光状態に対応し の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

前配可変被長避択フィルタからの出力の光強度を検出す 前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、 る光油度検出手段と、

フィルタにおいて、

前配RF信号発生手段により発生する前配RF信号の周 受信して所定改長の光信号に対する前配光強度の最大値 波数を変えながら前記光強度検出手段から前配光強度を を判別する最大値判別手段と、

前配及大値判別手段によって判別された光強度の及大値 を与える周波数のRF信号を発生するように前配RF信 号発生手段を制御する周波数制御手段とを備えることを

は被長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続 特徴とする可変被長避択フィルタ。

1114

定被長の光信号に対する前記光強度の第1の最大値を判 別し、さらに、眩第1の最大値を与える前配RF債号の 前配及大値判別手段は、前配RF信号発生手段により発 ながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信して所 国波数の前後の周波数範囲において前配RF信号の周波 数を前配第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔で 変えながら前配光強度検出手段から前配光強度を受信し て前配所定被長の光信号に対する前配光強度の第2の段 大値を判別する扱大値判別手段であることを特徴とする 生する前記RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変え 可変被長選択フィルタ。

【開水項3】 開水項1に配做の可変被長週択フィルタ において、

前配特定波長の光信号を変更する度に、前配周波数制御 年段は、前配特定被長の光信号における光強度が最大値 となるように前配RF信号の周波数を制御することを特 数とする可変被長避択フィルタ。

て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 に分岐する第1の偏光手段と、分岐したTMモード光を と、前配RF信号を印加された第1の光導被路と第2の 【開水項4】 光入力をTMモード光とTEモード光と 尊故する第1の光導故路とTEモード光を導放する第2 光導波路とからの光信号を合波し光の偏光状態に対応し の光導波路とにRF信号を印加するRF信号印加手段

特限2000-241782

3

光を回転させることで任意の波長の光を選択し第1の出 加するRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号の偏 カとし、他の彼長の光は第2の出力とする可変被長避択

前配RF信号を発生するRF信号発生手段と、

光入力内の光信号の被長を除いた被長であって酸被長数 が既知である基準個号を前配光入力に揮入する基準個号 前配可変波長選択フィルタの骸光入力側に接続され、 抑入手段と、 前記可変被長選択フィルタから出力される前記基準信号 前配RF債母発生年段によって発生する前配RF債母の を検出する基準信号検出手段と 9

周波数を変えながら前配基準債号検出手段が前配基準債 号を検出した場合における前配RF信号の周波数と前配 基準信号の波長数とに基ろいて前配可変波長選択フィル タに入力される光信号の破長数とRF信号の周波数との 関係を演算する周波数位類手段とを備え、

所定被長の光信号を選択するために前記周波数領算手段 によって位質されたRF信号の周波数を印加することを 特徴とする可変徴長選択フィルタ。

8

前配基準信号の波長数は、前配光信号を伝送する波及帯 域の端の波段数であることを特徴とする可変被長避択フ において、

光入力をTMモード光とTEモード光と に分岐する第1の個光手段と、分岐したTMモード光を **導波する第1の光導被略とTEモード光を導液する第2** の光導波路とにRF倡号を印加するRF倡号印加手段 [醇水斑6]

と、前配RF債号を印加された第1の光導破路と第2の て第1と第2の出力とする第2の偏光手段とを備え、印 光を回転させることで任意の被長の光を避択し第1の出 光導波路とからの光信号を合波し光の偏光状態に対応し 加するRF信号の周波数に応じて特定波段の光信号の偏 カとし、他の彼長の光は第2の出力とする可変被長週択 フィルタにおいて、 ಜ

前記可変波長選択フィルタの駿光入力側に接続され、骸 光入力内の光信号を含む故長帯域を増幅する光増幅器

前配可変波長選択フィルタの出力側に接続され、前配可 変徴長型択フィルタから出力される光信号の被長と厳彼 前記RF伯号を発生するRF偕号発生手段と、 \$

前配光増幅器で発生したASE内の特定波長の偏光を回 転させる既知の周波数の前配RF信号を発生させ、前配 スペクトルモニタからのASEの放長を検出する被長判 段における光強度とを監視するスペクトルモニタと、

前配被長判別手段によって判別されたASEの被長と前 によって抑入および分岐される光佰号の波長数とRF個 配既知の周被数とに払ろいて前配可変被投選択フィルタ

ය

特開2000-241782

ල

号の周波数との関係を演算する周波数演算手段とを備

所定波長の光倡号を挿入および分岐するために前配周波 数演算手段によって演算されたRF信号の周波数を印加 することを特徴とする可変故長選択フィルタ。 【請求項7】 印加するRF信号の周波数に応じて特定 故長の光信号を選択する可変被長選択フィルタにおい 前記可変被長選択フィルタに印加する前記RF信号を発 生するRF信号発生手段と、 前記可変波長選択フィルタから出力される光信号の波長 と該波長における光強度とを監視するスペクトルモニタ

れる波長数と前配RF信号の周波数とに基づいて前記可 変波長選択フィルタによって選択される光信号の波長数 前記RF信号発生手段によって発生するRF信号の周波 数を監視するとともに前記スペクトルモニタから出力さ とRF信号の周波数との関係を演算する周波数演算手段 所定故長の光信号を選択するために前記周波数演算手段 によって演算されたRF信号の周波数を印加することを 特徴とする可変被長選択フィルタ。

【請求項8】 入力をTMモード光とTEモード光とに 分岐する第1の偏光手段と、

前記第1の偏光手段によって分岐したTMモード光を導 被する第1の光導被路に第1のRF信号を印加する第1 のRF信号印加手段と、

前記第1の偏光手段によって分岐したTEモード光を導 液する第2の光導被路に第2のRF信号を印加する第2 のRF信号印加手段と、

からの光信号を合故するとともに光の偏光状態に対応し 前記第2のRF信号を印加された前記第2の光導被路と て第1と第2の出力に分岐する第2の偏光手段とを備え 前記第1のRF信号を印加された前記第1の光導波路と

前記第1のRF倡号の周波数および前記第2のRF信号 し、他の故長の光は第2の出力として出力する可変故長 の周波数とに応じた特定被長の光信号を第1の出力と 殴択フィルタ。

【開末項9】 請求項1に記載の可変被長選択フィルタ

\$

前記RF信号印加手段は、前記第1の偏光手段によって **信号印加手段と前記第1の偏光手段によって分岐したT** Eモード光にRF信号を印加する第2のRF信号印加手 分岐したTMモード光にRF信号を印加する第1のRF 段との2つのRF信号印加手段であり、

と前記第2のRF信号印加手段とに異なる周波数のRF **信号を供給するRF信号発生手段であることを特徴とす** 前記RF信号発生手段は、前記第1のRF信号印加手段 る可変故長選択フィルタ。

請求項9に記載の可変波長選択フィル [請求項10]

前記可変被長選択フィルタにより選択して出力される光 言号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第3の

**高光手段をさらに備え、** 

前記光強度検出手段は、前記第3の偏光手段から出力さ れるTMモード光の光強度を検出する第1の光強度検出 手段と前記第3の偏光分岐手段から出力されるTEモー ド光の光強度を検出する第2の光強度検出手段との2つ の光強度検出手段であることを特徴とする可変被長選択

[請求項11] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 1項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

前記可変被長選択フィルタから出力される光信号から前 前記RF信号に低周波信号を重畳する重畳手段と、

が最大値に維持されるように前記RF信号発生手段を制 卸するトラッキング手段とをさらに備えることを特徴と 記低周波信号を検出して前記所定波長の光信号の光強度 する可変波長選択フィルタ。

【請求項12】 請求項11に記載の可変波長選択フィ ルタであり、

多重方式の光信号間隔に対応するRF信号の周波数の範 前記トラッキング手段によって制御される前記RF信号 発生手段が発生するRF信号の周波数は、前記波長分割 田内で変化することを特徴とする可変波長選択フィル

聞において、

[請求項13] 請求項1、4、6、7、8のいずれか 「項に記載の可変被長選択フィルタは同一基板上に複数

複数の前記可変波長選択フィルタの温度を同一に制御す 形成なれ、

る温度制御手段を有することを特徴とする可変波長選択 7114

F信号発生手段を制御するとともに、前配RF信号発生 [開水項14] 請水項1、4、6、7、8のいずれか 前記最大値判別手段によって判別された光強度の最大値 を与える周波数の前記RF信号を発生するように前記R 手段により発生する前記RF信号の出力強度を変えなが 「項に記載の可変波長選択フィルタにおいて、

ら前記光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出 して眩所定波長の光倡号に対する前記光強度の最大値を

前記周波数制御手段は、前記最大値判別手段によって判 別された光強度の最大値を与える周波数と前記強度最大 値判別手段によって判別された光強度の最大値を与える 出力強度との前記RF信号を発生するように前記RF信 号発生手段を制御することを特徴とする可変波長選択フ 判別する強度最大値判別手段とをさらに備え、 114

光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 波数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する可変 【請求項15】 被長分割多重方式の光信号を伝送する

**坂長選択フィルタと、前記可変波長選択フィルタに印加** する前記RF信号を発生するRF信号発生手段と、前記 可変波長選択フィルタによって分岐した光信号を受信処 理する受信処理手段と、前記可変波長選択フィルタに挿 入する光信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐 ・挿入装置において、 前記可変波長選択フィルタは、n個の光信号を分岐また (n+1) 個であることを特 前記RF信号発生手段は、 徴とする分岐・挿入装置。 は挿入することができ、

可変波長選択フィルタを備えるとともに眩第3の可変波 借号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 【請求項16】 被長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 故数に応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1 イルタによって分岐した光信号の中から所定被長の光信 号を選択する第2の可変故長選択フィルタを備えるとと もに眩第2の可変被長選択フィルタによって選択された 複数の波長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 の可変故長選択フィルタと、前配第1の可変故長選択フ 前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少な 頃に記載の可変波長選択フィルタであることを特徴とす くとも1つは、請求項1、4、6、7、8のいずれか1 る分岐・挿入装置。

**光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周** 変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 被長分割多重方式の光信号を伝送する **被数に応じて特定被長の光信号を分岐及び挿入する第1** 複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の 可変被長選択フィルタを備えるとともに該第3の可変故 信号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変被長選択フ 号を選択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとと もに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された 長選択フィルタによって選択された前記所定波長の光を イルタによって分岐した光信号の中から所定故長の光信 前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 [請來項17] 置において、

6、7、8のいずれか1項に記載の可変波長選択フィル タであって散請水項1、4、6、7、8の可変故長選択 フィルタを複数個縦続に接続したことを特徴とする分岐 前記第1の可変被長選択フィルタは、請求項1、4、

【髆求項18】 請求項1または請求項2に記載の可変 **牧長選択フィルタと、**  r,

分岐・挿入する分岐・挿入 (Optical Add/Drop Multipl

20

変化する前記RF信号の周波数と眩周波数に対する前記

光強度検出手段によって検出された光強度とを記憶する 記憶手段とからなるスペクトルモニタ。

前記送出すべき光信号を出力する出力側に接続されると 【請求項19】 請求項18に記載のスペクトルモニタ において

ともに該光信号を遮断する遮断手段をさらに備えること を特徴とするスペクトルモニタ。

倡号を生成する光信号生成手段とを備える分岐・挿入装 【請求項20】 波長分割多重方式の光信号を伝送する 光伝送路に接続されるとともに、印加するRF信号の周 故数に応じて特定故長の光信号を分岐及び挿入する第1 の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変故長選択フ イルタによって分岐した光信号の中から所定改長の光信 号を選択する第2の可変故長選択フィルタを備えるとと もに該第2の可変波長選択フィルタによって選択された 複数の波長を持つ光から所定波長の光を選択する第3の 可変被長避択フィルタを備えるとともに眩窮 3の可変故 長選択フィルタによって選択された前配所定被長の光を 変調して前記第1の可変波長選択フィルタに挿入する光 前記所定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、 ន

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少な くとも1つは、請求項18または請求項19に記載のス ペクトルモニタであって、

聞において、

前記第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少な たはスペクトルモニタとして使用するかを制御する選択 くとも1つを可変故長選択フィルタとして使用するかま 制御手段とをさらに備え、

タとしての機能を兼ね備えることを特徴とする分岐・挿 前記第1ないし第3の可変故長選択フィルタのうち少な くとも1つは、可変故長選択フィルタとスペクトルモニ ဓ

[発明の詳細な説明]

0001

クに使用される光通信機器において、温度変化や経年変 化などによっても所望の波長の光信号を選択することが できる可変波長選択フィルタおよびこの可変波長選択フ イルタを使用した分岐・挿入装置に関する。将来のマル チメディアネットワークの構築を目指し、超長距離でか に、光通信ネットワークにおいては、ネットワーク上の [発明の属する技術分野] 本発明は、光通信ネットワー **っ大容量の光通信装置が要求されている。この大容量化** を実現する方式として、被長分割多重 (Wavelength-div 方式が、光ファイバの光帯域・大容量性を有効利用でき 各地点において必要において光信号を通過・分岐・挿入 する機能、光伝送路を選択する光ルーティング、クロク コネクト機能が必要である。このため、光信号を通過・ ision Mlutiplexing、以下、「WDM」と略配する。) るなどの有利な点から研究開発が進められている。特 9

oxer) (以下、「OADM」と略配する。) 装置が研究 **导のみを分岐・挿入することができる波段固定型のOA** DM装置と任意波長の光信号を分岐・挿入することがで きる任意波及型のOADM装置がある。一方、音響光学 故長の光のみ抽出するように動作するため、AOTFを して、過収する彼長が固定であるファイバーグレーティ ングと異なり、任意に被畏を選択することができる。さ らに、可変波段型択フィルタでもあるので、端局間にお いて光信号を分岐・挿入する局であるトリビュータリ局 る。このような理由により、AOTFを使用したOAD 開発されている。このOADM装置は、固定波長の光信 **通過する光信号に対する波長特性はフラットである。そ** における波畏迎択フィルタとしても使用することができ チューナブルフィルタ (Acousto-Optic Tunable Filte r) (以下、「AOTF」と略配する。) は、避択する M装置が研究阻発されている。

**サニオブ酸リチウムの基板に2本の光導波路201、2** 【従来の技術】図20は、従来のAOTFの構成を示す 図である。図20において、AOTFは、圧電作用を示 02を形成する。これら光導被路201、202は、五 いに2個所で交叉しており、これら2つの交叉する部分 に個光アームスプリッタ (Polarization Beam Splitte r) (以下、「PBS」と略配する。) 203、204 が散けられている。

[0002]

Transducer) (以下、「IDT」と略配する。) 205 2本の光導波路201、202上には、金属膜のSAW ガイド206が形成されている。このSAWガイド20 にRF信号を印加することによって発生する弾性数面波 6には、櫛を交互にかみ合わせた電極 (Inter Digital 【0003】また、2つの交叉する部分の間において、 (Surface Acoustic Wave ) が伝版する。

ち、この屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長の ードとTMモードとが混在した光であるが、PBS20 3によってTEモードとTMモードに分かれて光導徴路 201、202を伝檄する。ここで、特定の周波数のR F個号を印加することにより弾性数面波がSAWガイド 206に沿って伝搬すると、SAWガイド206と交叉 している部分において200光苺波路201、202の て、この入れ替わった光は、PBS204によって進行 方向が変わり、相互作用をした破長の光のみが、分岐光 として選択され、相互作用をしなかった被長の光は、透 [0004] このAOTFに入力する入力光は、TEモ **旧折率は、周期的に変化する。このため、入力光のう** 光のみTEモードとTMモードとが入れ替わる。そし 過して出力光となる。

を起こし、特定の故長のみが各モードが入れ替わり、進 【0005】一方、梅入される梅入光も同様に、PBS 尊波路201、202を進行し、弾性装面波と相互作用 203によってTEモードとTMモードとに分かれて光

**毀択して分岐させることができ、さらに、このRF信号** を変えることができるから、可変波長避択フィルタとし の周波数を変化させることによって選択される光の故長 AOTFは、RF信号の周波数に応じた波長の光のみを 行方向が変わって挿入され出力光となる。このように、 て作用する。

し、この本体部分に光を分岐・挿入(通過)させるため (通過) する本体部分をAOTFまたはAOTF部と称 の周辺装置を付加し、これら全体を指すときは、可変波 【0006】なお、本明細醇において、図20に示すニ は、このAOTFをOADM装置に使用した発明につい は、任意故長の光を分岐・挿入することができるから、 長週択フィルタと称することとする。また、AOTF OADM装置に使用することができる。本特許出願人 て特層平10-090383号として既に出願してい オブ酸リチウムの基板上に形成された光を分岐・挿入

借号を受信処理する各構成は、各々同一であるので1つ 受信処理することができ、8つの波長の光信号を生成し て抑入することができる場合を示している。ここで、光 ので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示し 【0001】次に、この未公開である特願平10-09 0383号に記載されているOADM装置について説明 する。図21は、図20に示すようなAOTFを用いた OADM装置の第1の基本構成を示す図である。図21 に示すOADM装置は、8つの被長の光信号を分岐して い。また、光信号を生成する各構成も、各々同一である の構成を示し、残りの構成は、省略して図示していな ていない。

RF信号の周波数に対応する被長の光信号が、AOTF この分岐光信号は、光を増幅する光アンプ217によっ 分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。した がって、分配された分岐光信号の各々には、AOTF部 210によって分岐したすべての波長の光信号が含まれ 220が受債処理する波長の光信号のみが避択され、光 の1×8光カプラ218によって分岐光信号は、8つに ている。このためAOTF部219によって、光受信機 【0008】図21において、WDM光信号は、AOT F部210に入力され、AOTF部210に印加された て増幅された後、1×8光カプラ218に入力する。こ 部210の分岐ポートから分岐光信号として分岐する。 受信機220により受信処理される。

【0009】一方、挿入される挿入光信号は次のように 故長に対応する故畏のレーザ光を発光し、挿入する光信 8つのLDからのレーザ光は、8×8光カブラ212に 「LD」と略配する。) 211は、梅入すべき光信号の 号の数だけ、図21では、8つ用意されている。これら 入力する。8×8光カプラ212は、8つの改長の光を 50 合政し、この合政した光を8つに分配して分岐する。分 して生成される。光原となるレーザダイオード(以下、

て椰入光信号を生成する。生成した椰入光信号は、AO OTF部214に入力する。AOTF部214は、8つ の被長の光が多重する光の中から挿入光信号に使用した **岐した光は、光アンプ213によって増幅された後にA** い彼長の光を選択して出力する。AOTF部214によ この8×1光カプラ216は、各故長の光信号を合故し れ、光値号となり、8×1光カプラ216に入力する。 って選択された光は、光変闘器215によって変闘さ TF部210に挿入ポートに入力される。

【0010】梅入光信号は、上述のようにAOTF部2 DM光信号とともにAOTF部210の出力ポートから 10が所留の波長の光信号を分岐するだけでなく、分岐 した改長と同一の故長の光信号を挿入するので、AOT F 部210によって挿入され、分岐しないで通過するW WDM光信号として出力される。このように、AOTF は、OADM装置のWDM信号を通過・分岐・抑入する 部分、挿入光信号を生成する部分および分岐光信号を受 **首処理する部分に使用される。** 

[0011] 図22は、図20に示すようなAOTF部 していない。また、光信号を生成する各構成も、各々同 **に図示していない。さらに、図21と同一の構成につい** 5。図22に示すOADM装置は、8つの波長の光信号 るので1つの構成を示し、残りの構成は、省略して図示 を分岐して受信処理することができ、8 つの波長の光信 ここで、光信号を受信処理する各構成は、各々同一であ **一であるので1つの構成を示し、残りの構成は、省略し** 号を生成して挿入することができる場合を示している。 を用いたOADM装置の第2の基本構成を示す図であ ては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0012] 図22において、WDM光信号は、光カブ する。そして、この1×8光カプラ218によって8つ ラ230に入力され、この光カプラ230によってWD **里する波長の光信号のみが選択され、光受信機220に** M光信号は、2つに分岐する。分岐したWDM信号の一 217によって増幅され、1×8光カプラ218に入力 に分配されて分岐し、AOTF部219に入力する。こ のAOTF部219によって、光受信機220が受信処 方は、AOTF部231に入力し、他方は、光アンプ2 17に入力する。この他方のWDM光信号は、光アンプ より受信処理される。

[0013] 一方、AOTF部231に入力したWDM の光信号であってWDM光信号の函数(奇数)のチャネ トに出力する。したがって、AOTF部231によって 徴択された波長の光信号は、格てられる。AOTF部2 る部分のAOTF部219と同一の光信号であってWD 光倩号は、受信処理する部分のAOTF部219と同一 ルの光伯号を選択し、何処にも接続していない選択ポー 31を通過したWDM光信号は、AOTF部232に入 カする。このAOTF部232においても、受信処理す M光信号の奇数(偶数)のチャネルの光信号を選択し、

特別2000-241782

9

て、AOTF部232を通過したWDM光信号は、光カ 何処にも接続していない選択ポートに出力する。そし プラ233に入力する。

0.8 nm開隔の被長の隣り合う光信号を1つのAOT させ、2段目のAOTF部232においてWDM光信号 に縦部に接続したのは、AOTFの波長週択特性の幅が Fで分岐しようとすると、クロストークが発生してしま おいてWDM光信号の個数(奇数)番目の光信号を選択 [0014] ここで、AOTF部231、232を2段 うためである。このため、1段目のAOTF部231に の奇数(何数)番目の光信号を避択させて、受信するこ とができる程度にクロストークを減少させることができ 広く、「ITU-T G.692勧告」で規定される

同僚に生成されるので、その説明を省略する。生成され **导と合放され、WDM光伯号として光伝送路に送出され** 号を通過・分岐・椰入する部分、椰入光帽号を生成する た挿入光信号は、光カプラ233に入力され、AOTF **節231およびAOTF部232を通過したWDM光信** る。このように、AOTFは、OADM装置のWDM信 [0015]また、挿入される挿入光信号は、図21と 部分および分岐光信号を受信処理する部分に使用され 8

[0016]

は、上述のようにRF信号の周波数に応じた波長の光の みを選択して分岐させることができるが、選択被長に対 **する温度依存性が高い。具体的には、同一周波数のRF 旧号を印加した場合に1℃温度が上昇すると選択波長が** 【発明が解決しようとする瞑題】ところで、AOTF 0.8 nm (100GHz) 変化する。 8

[0017] このため、AOTFを使用したOADM数 図において、O.8nm関隔で波長が配置されているW た、OADM装置に使用されるAOTFをすべて同一温 度に管理することは雌しいことから、同一故畏を避択す DM光伯号では、選択しようとしている波長の光信号に るためにすべてのAOTFに同一周波数のRF信号を印 加しても同一波長の光信号を選択できないという問題が 対し隣の被長の光信号を選択してしまい問題である。ま

故長は、AOTFの製造にともなう索子のバラツキや框 年変化などにも敏感であるという問題もある。また、上 [0018] さらに、このRF信号によって選択される ことによって制御していることから偏被が変化すると避 述のようにAOTFにおける故長瓔択は、光をTEモー ドとTMモードとに分離し弾性数面波と相互作用させる **仄される故長が変化するという問題がある。** 

[0019] さらに、AOTFは、印加するRF信号の 入力強度によって選択される光の強度が変化するという 問題もある。このことは、図22のようなOADM装置 においてAOTFによって選択ポートに出力される光の

3

強度が変化することになる。仮に、RF信号の入力強度 が適当ではない場合には選択ポートに充分に光信号が選 択されないから、選択ポートに出力することによって光 **信号を遮断する場合には、AOTFで遮断すべき光信号** を充分に遮断(リジェクト)できないという問題とな

ることができる可変波長選択フィルタを提供することを の発明では、AOTFで使用することに好適な、温度変 化や経年変化などが生じても所定波長の光信号を選択す 【0020】そこで、請求項1ないし請求項13に記載 目的とする。請求項14に記載の発明では、AOTFで 使用することに好適な、温度変化や経年変化などが生じ ても所定波畏の光信号を充分に遮断することができる可 変波長選択フィルタを提供することを目的とする。

イルタを利用することによってOADM装置などに利用 【0021】請求項15ないし請求項17に記載の発明 では、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の光 信号を分岐・挿入することができるOADM装置を提供 することを目的とする。請求項18、19に記載の発明 では、請求項1または請求項2に記載の可変故長選択フ [0022] 請求項20に記載の発明では、請求項1ま たは請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用する ことによってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOA されるスペクトルモニタを提供することを目的とする。 DM装置を提供することを目的とする。

9, 10) 図1は、請求項1, 2, 3, 9, 10に記載 【戦題を解決するための手段】 (請求項1,2,3, の発明の原理構成を示す図である。

手段12、周波数制御手段13およびRF信号発生手段 .14から構成されている。ここで、AOTF部10と光 強度検出手段11との間にある破線で示した第3の偏光 手段18は、請求項10に配載の可変波長選択フィルタ の構成要件であり、請求項1,2,3,9に記載の可変 は、AOTF部10、光強度検出手段11、最大値判別 【0024】図1において、本可変被長選択フィルタ 彼長選択フィルタの構成要件ではない。

RF信号の周波数に応じて特定被長の光信号を分岐およ 【0025】まず、請求項1に記載の可変波長選択フィ ルタの原理について説明する。入力光信号は、印加する このAOTF部10は、請求項1,2,3に記載の可変 **波長選択フィルタにおいて、具体的には、受光した光信** 号と挿入すべき光信号とを合放するとともに合放した光 信号をTMモード光とTEモード光とに分岐する第1の 偏光手段と、分岐したTMモード光を導波する第1の光 **導波路とTEモード光を導波する第2の光導波路とにR** び挿入することができるAOTF部10に入力される。

号と他の波長の光信号とに分岐する第2の偏光手段とを

[0026] この第1および第2の光導波路に印加され RF信号発生年段14は、最大値判別手段12および周 た、AOTF部10によって選択された光信号は、その 波数制御手段13によってその周波数が制御される。ま 光強度を検出する光強度検出手段11に入力し、光強度 るRF信号は、RF信号発生手段14によって発生し、 検出手段11の出力は、最大値判別手段12に入力す

は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号として送 る。一方、AOTF部によって選択しなかった光信号

るが、WDM信号の場合には、ある閾値以上の極大値の 値を判別し、この最大値を与えるRF信号の周波数を周 は、光伝送路中に1波しかない場合は、容易に判別でき 略記する。)数とを対応させて判別する。例えば、所定 【0027】この最大値判別手段12は、RF信号の周 故数を変えながら光強度検出手段11から光信号の光強 度を受信して、所定被長の光信号に対する光強度の最大 数と所定波長の光信号のチャンネル(以下、「ch」と **改長の光信号がch3である場合には、3番目の極大値** 故数制御手段13に出力する。この所定故長の光信号 が所定波長の光信号の極大値である。

うな構成の請求項1に記載の可変改長選択フィルタにお 【0028】周波数制御手段13は、所定波長の光信号 に対して光強度の最大値を与える周波数のRF信号を発 生するようにRF信号発生手段14を制御する。このよ いては、最大値判別手段12によって所定波長の光強度 のため温度変化などにより特定波長を分岐・挿入するR F信号の周波数がずれたとしても補償されるので、常 が最大値となるようにRF信号の周波数を制御する。

故数を探すための光信号の所定故長とは、同一の故長で も異なる波長でもよい。後述するように、RF信号の周 の関係があるから、所定被長を選択するRF信号の周波 【0029】なお、可変被長選択フィルタによって選択 する光信号の特定改長とそのために適正なRF信号の周 故数と選択波長との関係は、温度が変化しても常に一定 数が判れば、特定波長を選択するRF信号の周波数も判 るからである。この場合には、周波数制御手段13にお いて所定波長を選択するRF信号の周波数と特定改長を に、特定波長の光信号を分岐・挿入することができる。 選択するRF信号の周波数との対応付けを行う。 9

て、この所定被長の光信号に対する光強度の第1の最大 ルタの原理について説明する。請求項2に記載の可変故 長選択フィルタにおいては、上述の最大値判別手段12 は、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら 値を判別する。さらに、この第1の最大値を与えるRF 信号の周波数の前後の周波数範囲においてRF信号の周 光強度検出手段11によって所定被長の光信号を検出し 【0030】次に、請求項2に記載の可変波長選択フィ

**情号を検出して、所定被長の光信号に対する光強度の第** 皮数をその第1の周波数間隔より狭い第2の周波数間隔 で変えながら光強度検出手段 1.1によって所定波長の光 2の最大値を判別する。そして、この第2の最大値を与 えるRF信号の周波数を周波数制御手段13に出力す

化させて所定数長に対する最大値を大雑把に探す。その [0031] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 る。このように初めにRF信号の周波数を広い間隔で変 くしかもより正確に特定波長の光信号を選択することが その最大値を与えるRF信号の周波数に対して、前 後の周波数範囲で、RF信号の周波数を狭い間隔で変化 め、請求項2に記載の可変被長選択フィルタは、請求項 より正確に最大値を判別することができるから、より速 **数長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** 1に記載の可変波長選択フィルタに較べより速くしかも させて所定被長に対する最大値を正確に探す。このた

ルタの原理について説明する。請求項3に記載の可変波 ける光強度が最大値となるようにRF倡号の周故数を制 に、周波数制御手段13は、この特定波長の光信号にお 【0032】次に、請求項3に記載の可変波長選択フィ 長選択フィルタは、請求項1に記載の可変波長選択フィ ルタにおいて、特定故長の光信号の選択を変更する度

信号の周波数がずれたとしても、正確に特定波長の光信 号を選択することができる。次に、請求項9に記載の可 変波長選択フィルタの原理について説明する。請求項9 こ、特定波長の光信号を選択するRF信号の周波数を探 すから、温度変化などによって特定故長を選択するRF 加手段とに異なる周波数のRF信号を供給するように構 【0033】このように特定故長の光信号を選択する度 間号を印加する第1のRF 個号印加手段と第2の光導波 路に第2のRF信号を印加する第2のRF倡号印加手段 は、それら第1のRF信号印加手段と第2のRF信号印 に記載の可変被長選択フィルタにおいて、AOTF部1 0は、RF信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF とで構成する。これに対応してRF信号発生手段14

[0034]なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 入れ替える最適なRF信号の周波数とTMモードをTE モードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互い 光導被路を進行し、弾性表面抜と相互作用を起こし、特 **定波長の各モードが入れ替わることによって、特定改長** の光を選択する。このとき、TEモードをTMモードに **校長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** る。一般に、AOTFは、[従来の技術]の項において 説明したように、TEモードとTMモードとに分かれて

【0035】このため、請求項9に記載の可変波長選択

8

特開2000-241782

させることができ、その結果に基ろいて各モードに対し フィルタの構成とすることにより、各モードに対し最大 **値判別手段12において個別にRF信号の周波数を変化** 請求項1に記載の可変被長選択フィルタに較べより正確 異なる周波数のRF信号を印加することができるから、 に特定被長の光信号を選択することができる。

する第1のRF信号印加手段と第2の光導被路に第2の る。これに対応してRF債号発生手段14は、それら第 イルタの原理について説明する。請求項10に記載の可 変波長選択フィルタにおいて、AOTF部10は、RF **信号印加手段を第1の光導波路に第1のRF信号を印加** RF信号を印加する第2のRF信号印加手段とで構成す 1のRF信号印加手段と第2のRF信号印加手段とに異 【0036】次に、請水項10に記載の可変被長選択フ なる周波数のRF信号を供給するように構成する。

【0037】また、上述したようにAOTF部10と光 して光強度検出手段11に出力する。これに対応して光 て出力される光信号をTMモードとTEモードとに分岐 強度検出手段11は、第3の編光手段18から出力され るTMモードの光強度を検出する第1の光強度検出手段 と第3の偏光手段18から出力されるTEモードの光強 る。この第3の偏光手段18は、AOTF部から選択し 度を検出する第2の光強度検出手段との2つの光強度検 強度検出手段11との間に第3の偏光手段18を散け 出手段で構成する。

**女長選択フィルタと同一であるので、その説明を省略す** る。このように構成することにより、TMモード、TE 数とTMモードに対し最適なRF信号の周波数とを独立 [0038] なお、他の構成は、請求項1に記載の可変 モードの各モードに対し個別に光強度検出手段11を備 えているので、TEモードに対し最適なRF信号の周波 に探すことができる。そのため、請求項10に記載の可 変波長選択フィルタは、正確に特定波長の光信号を選択 することができる。

は、請求項10に記載の可変被長選択フィルタが有効で 最適なRF信号の周波数を探していたのでは、偏光の回 【0039】一方、偏光がゆっくり回転している場合に あるが、最適なRF信号の周波数を探すための時間より も高速に偏光が回転している場合には、上述のようにT **EモードとTMモードとを分離して各光強度を検出して 転に追随できない。この場合には、請求項9に記載の可** 40

[0040] ここで、請求項1,2,3,9,10に記 載の可変被長選択フィルタにおいて、挿入すべき挿入光 **13号がある場合には、挿入光信号もAOTF部10に入** 力され、AOTF部10においてRF信号による弾性表 面波と相互作用をして出力光信号として光伝送路に出力 変波長選択フィルタの方が有利である。

(請求項4ないし請求項6) 初めに、請求項4ないし請 50 水項6に記載の可変波長選択フィルタに共通な事項につ

20

信号を合政するとともにRF信号に対応した故長の光信

F信号を印加するRF信号印加手段と、このRF信号を 印加された第1の光導波路と第2の光導波路とからの光 特阻2000-241782

6

段であり、複軸は、MHz単位で投示したAOTFに印 Xは、温度aにおけるRF信号の周波数と選択被長との [0041] 図2は、温度変化に対するRF信号の周波 um単位で扱示したAOTFによって選択される選択波 加されるRF信号の周波数である。図2において、直線 関係を示すグラフであり、直線Yは、温度もにおけるR 数と選択被長との関係を示す図である。図2の縦軸は、 F債母の周波数と週択故長との関係を示すグラフであ

[0042] このように、AOTFは、RF信号の周波 数が同一の場合において、その温度が変化すると選択波 し0.8nmだけ遊択被長は、シフトする。しかし、図 して一定である。すなわち、単位RF信号の周波数変化 及も、変化する。上述したように、1℃の温度変化に対 2 に示すように直線Xと直線Yの傾きは、温度変化に対 に対する選択被長変化は、温度変化に対して一定であ

ន らず、すべてのAOTFに共通の事実である。 糖状頃4 故畏を選択する際に、この物理現象を利用して温度変化 を補償するものである。すなわち、RF信号の周波数と してその似きが一定であるので、特定波長を選択する際 の温度においてRF信号の周波数と避択波長との関係が いずれか一点だけ判れば直線が引けるから、その温度に よって、特定放長を選択するRF信号の周波数も判るこ 【0043】この事実は、開水項4ないし翻水項6に限 ないし前水項6に配做の可変被長避択フィルタは、特定 毀択被長との関係は、直紋であってしかも温度変化に対 おける任意の波長を選択するRF信号の周波数が判る。

身発生手段24から構成される。まず、簡求項4に配載 【0044】次に、間状頃4,5に配敬の可変被長遡択 フィルタについて説明する。図3は、簡求項4,5に記 故の発明の原理構成を示す図である。図4は、基準信号 **準情号検出手段21、周波数資類手段23およびRF信** の可変被畏退択フィルタの原理について説明する。入力 その波提数が既知である基準循身を入力光信号に挿入す 【0045】図3および図4において、本可変長避択フ イルタは、基準信号挿入手段20、AOTF前10、基 光信号は、この入力光信号の改長を除いた改長であって (b) は、基準信号が2つである場合を示す図である。 は、基準信号が1つである場合を示す図であり、図4 とWDM光信号との関係を示す図である。図4(a) る基準信号挿入手段20に入力される。

[0046] ここで、基準信号は、図4 (a) に示すよ うに、32波のWDM光信号の信号改長帯から離れた位 1の外回の被長に1つ配置される。もちろん、ch1の 外側の波長に配置する代わりに基準個号を破線で示すよ **倒かむしたチャンネル(以下、「ch」と略配する。)** うにch32の外側の波長に1つ配置してもよい。ま

た、基準債号は、図4 (b) に示すように、32 茂のW の外側の故長 (第1の基準信号) とこh32の外側の故 DM光信号の信号放長帯から離れた位配であってch 1 艮(第2の基準信号)とに2つ配置される。

OTF部10は、請求項1に記載の可変波長選択フィル **卸10の第1および第2の光導波路に印加されるRF債** 号は、RF信号発生手段24によって発生し、RF信号 発生手段24は、周波数位算手段23によってその周波 【0047】この基準信号とともに入力光信号は、印加 するRF信号の周波数に応じて特定放長の光信号を選択 することができるAOTF部10に入力される。このA タと同様であるのでその説明を省略する。このAOTF 数が制御される。

カされる。一方、AOTF部によって分岐しなかった光 RF信号発生手段24によって発生するRF信号の周波 した場合におけるRF信号の周波数と基準信号の波長数 数を変えながら基準信号検出手段21が基準信号を検出 とに基づいて可変被長選択フィルタによって選択される [0048] また、AOTF部10によって分岐した光 個号は、基準個号を検出する基準個号検出手段21に入 信号は、AOTF部10から光伝送路に出力光信号とし て送出される。この基準信号検出手段21の出力は、周 被数質算手段23に入力され、周波数資算手段23は、 光個号の波長数とRF倡号の周波数との関係を滇算す

3は、基準信号検出手段21から出力を受信したときの 【0049】このような構成の削水項4に配載の可変液 長週択フィルタにおいては、周波数領算手段23によっ てRF信号の周波数を基準信号検出手段21が基準信号 RF信号の周波数と基準信号の被長とからRF信号の周 を検出するまで変化させる。そして、周波数演算手段2 故数と選択被長との関係を資算する。

ように1つである場合には、単位RF佰号の周故数変化 に対する選択被畏変化の値を配憶しておき、その傾きの 値および1組の判別されたRF信号の周波数と基準信号 の故長との値から、RF信号の周波数と選択被長との関 係を**放算する。そして、この基準信号の**被長とch1の 故長との蒄および各ch間の故長蒄も判るので、各ch 【0051】また、基準信号が、図4 (b) のように2 と基準信号の波長との値から、RF信号の周波数と選択 【0050】この茵箅方法は、基準信号が図4(a)の つである場合には、2組の判別されたRF信号の周波数 故長との関係を演算する。そして、第1の基準信号の故 段とch1の被長との差、第2の基準信号の被長とch 各chを選択するRF信号の周波数も演算することがで を選択するRF信号の周波数も演算することができる。 32の波長との違および各ch間の波長差も判るので、

[0052] こうしてある温度におけるRF信号の周故 数と選択波長との関係が判別されるので、温度変化など

原理について説明する。請求項5に記載の可変波長避択 おいて、基準信号の波長数は、光信号を伝送する波長帯 れたとしてもその特定故長の光信号を避択することがで きる。次に、前水項5に記載の可変液長選択フィルタの フィルタは、請求項4に配破の可変被長避択フィルタに により特定波長を分岐・挿入するRF信号の周波数がず 板の焔の故長数に配置される。

~1490nm)、Sパンド (1490nm~1530 **選択フィルタだけにどどめ、他の可変波長選択フィルタ 伝送する被要帯域に応じて、S+バンド(1450nm** nm), Mxxx (1530nm~1570nm), L 坦な利得特性ではなく、各パンドの境界付近において利 故長には光信号を配置しないので、ここに基準信号を配 **酫することにより、基準信号をこれを使用する可変波長** イルタを使用したOADM装置だけに基準信号をとどめ が、この光増幅器の利得特性は、パンド全体に亘って平 に影響しないようにすることができる。特に、光通信ネ ットワークの光伝送路に配置される中継光増幅器によっ て基準信号は、増幅されないので、この可変波長選択フ 光通信ネットワーク内に送出しないようにすることがで 【0053】光通信ネットワークにおいては、光信号を ペンド (1570nm~1610nm) およびL+パン ド (1610nm~1650nm) がある。これら各バ **得が急徴に減少する。そのため、各パンドの境界付近の** ンドに応じて光信号を増幅する光増幅器が使用される

みとWDM光信号との関係を示す図である。図5および の発明の原理構成を示す図である。図6は、ASEの艦 [0054] 次に、前水項6に配畝の可変波長避択フィ **ルタの原理について説明する。図5は、前水項6に記破** 0、AOTF部10、スペクトルモニタ31、改長判別 手段32、周波数故算手段33およびRF倡号発生手段 図6において、本可変長避択フィルタは、光増幅器3 34から構成される。

sion)という。入力光信号は、図6に示すようにこのA 出光は、増幅すべき光信号と同じように増幅され白色雄 音となる。これをASE (Amplified Spontaneous Emis 【0055】入力光信号は、この入力光信号を含む故長 帯域を増幅する光増幅器30に入力される。一般に、光 増幅器の増幅媒質中で自然放出光が発生し、この自然放 SEを含む光信号となる。

と同様であるのでその説明を省略する。このAOTF部 10の第1および第2の光導波路に印加されるRF借号 は、RF個号発生手段34によって発生し、RF倡号発 生手段34は、被長判別手段32および周波数紋算手段 るRF信号の周波数に応じて特定波長の光信号を選択す ることができるAOTF部10に入力される。このAO TF部10は、静水項1に記載の可変波長避択フィルタ 【0056】このASEを含んだ入力光信号は、印加す 33によってその周波数が制御される。

年段32は、伝送する光信号の故長を分岐させない周故 数であって光増幅器で発生したASEのうちいずれかの 31に入力される場合については、後述する。故長判別 スペクトルモニタ31からの出力によってASEの波長 **信号は、光信号の被長とこの被長における光強度とを監 見するスペクトルモニタ31に入力される。なお、AO** FF郎10によって選択した光信号がスペクトルモニタ **【0057】AOTF町10によって遊択しなかった光** 故畏を分岐させる既知の周故数のRF偕号を発生させ、

ので、図6に示すように、選択された部分のASEの光 強度が減少して個みを作る。この個みを波長判別手段3 【0058】被長判別手段32によって判別された1組 2によって検出することによって1組のRF信号の周波 数と避択故長との関係を判別することができる。

に印加するとそれに対応する彼長のASEが選択される

を検出する。既知の周波数のRF信号をAOTF部10

2

る光信号の波提数とRF佰号の周波数との関係を資算す の値に払んいた回変被段強択フィルタによった違択され の値から、RF信号の周波数と選択波長との関係を資算 のRF信号の周波数と選択被長との関係は、周波数領算 手段33に出力され、周波数質算手段33は、この1組 る。この演算方法は、単位RF債号の周波数変化に対す び1 組の判別されたRF信号の周波数とASEの改長と 5週状故長変化の値を記憶しておき、その傾きの値およ

**週択することができる。次に、前水項7に配破の可変故 及選択フィルタの原理について説明する。図7は、節求** 【0059】このように構成することにより、ある温度 れるので、温度変化などにより特定波長を選択するRF 信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光信号を におけるRF信号の周波数と選択被長との関係が判別さ 項7に記載の発明の原理構成を示す図である。

AOTF部10、スペクトルモニタ41、周故数演算手 カ光信号は、印加するRF信号の周波数に応じて特定改 力される。このAOTF部10は、館水項1に配載の可 る。このAOTF部10の第1および第2の光導被路に 発生し、RF信号発生手段44は、周波数資算手段43 によってその周波数が制御されるとともに印加している 長の光信号を選択することができるAOTF部10に入 変波長選択フィルタと同様であるのでその説明を省略す **印加されるRF倡号は、RF倡号発生手段44によって** 段43およびRF偕号発生手段44から構成される。入 【0060】図7において、本可変長週択フィルタは、 \$

【0061】AOTF部10によって避択しなかった光 **信号は、光伯号の被長とこの被長における光強度とを監** 現するスペクトルモニタ41に入力される。周故数紋算 年段43は、RF信号発生年段44からAOTF即10 ペクトルモニタ41から出力される光信号の波長とこの に印加しているRF信号の周波数を監視するとともにス RF信号の周波数を周波数値算手段43に出力する。

Ξ

皮長における光強度とを受信する。

[0062] WDM光信号の各chの波長が判っている ので、スペクトルモニタ41の出力からどのchがAO る。こうして周波数演算手段43は、判別された1組の フィルタによって選択される光信号の波長数とRF信号 RF信号の周波数と選択被長とに基づいて可変被長選択 TF的10によって選択されたか判別することができ の周波数との関係を演算することができる。

化に対する選択故長変化の値を記憶しておき、その傾き 長の波長との値から、RF信号の周波数と選択波長との 【0063】この演算方法は、単位RF信号の周波数変 の値および1組の判別されたRF信号の周波数と選択波 温度におけるRF信号の周波数と選択波長との関係が判 るRF信号の周波数がずれたとしてもその特定波長の光 関係を演算する。このように構成することにより、ある 別されるので、温度変化などにより特定波長を選択入す **信号を選択することができる。** 

**故するとともに合波した光信号をTMモード光とTEモ** とを備えて構成され、第1のRF信号の周波数および第 [0064] (請水項8) 請水項8に記載の可変故長選 **択フィルタは、受光した光信号と挿入する光信号とを合** 一ド光とに分岐する第1の偏光手段と、この第1の偏光 手段によって分岐したTMモード光を導放する第1の光 導波路に第1のRF信号を印加する第1のRF信号印加 手段と、第1の偏光手段によって分岐したTEモード光 を導波する第2の光導波路に第2のRF信号を印加する 第2のRF信号印加手段と、第1のRF信号を印加され た第1の光導波路と第2のRF信号を印加された第2の 光導被路とからの光信号を合波するとともに送出すべき 光信号と分岐すべき光信号とに分岐する第2の偏光手段 2のRF信号の周波数とに応じて特定波長の光信号を避

【0065】上述したように、TEモードをTMモード Eモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とは、互 いに異なるが、このような構成とすることにより、TE に入れ替える最適なRF信号の周披数とTMモードをT モード、TMモードの各モードに対し異なる周波数のR F信号を印加して細かい調整をすることができるから、 正確に特定故長の光倡号を分岐・挿入することができ

で以下その動作は、トラッキングと称する。後に述べる [0066] (請水項11および請水項12) 請水項1 1および請求項12は、RF信号の安定化に関する技術 スキャンニングと区別するため、スキャンニングとトラ ッキングについて定義する。スキャンニングとは、光強 に、RF信号の周波数を第1の周波数間隔で変えながら の光強度が最大となる第1の最大値を判別する動作をい 度の最大値を与えるRF信号の周波数を判別するため 光強度検出手段によって所定波長の光信号を検出し、

る動作を定期的に行い、温度変化や経年変化など周囲の 【0067】トラッキングとは、前後の周故数範囲(土 数間隔よりも狭い第2の周波数間隔で変えながら光強度 **険出手段によって所定波長の光信号を検出し、その光強** 度が最大となる第2の最大値を判別し、その第2の最大 環境が変化し、可変波長選択フィルタ(AOTF)の特 性変化により第2の最大値を与えるRF信号の周波数が αkHz)においてRF信号の周波数をその第1の周波 値を与えるRF信号の周波数を周波数制御手段に出力す 変化しても、追従することのできる動作をいう。

[0068] 図8は、請水項11,12に記載の発明の 原理構成を示す図である。なお、図8は、請求項1を基 本とした請求項11に記載の発明の原理構成を示す図で は、その説明を省略する。図8において、本可変被長選 最大值判別手段12、周波数制御手段13、重畳手段5 から構成されている。なお、請求項1と同一の構成につ あり、この場合について以下に説明し、請求項4、6、 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段51、 0、トラッキング年段52およびRF信号発生手段54 7、8を基本とした請求項11に記載の発明について いては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

度検出手段51の出力は、最大値判別手段12およびト って選択しなかった光信号は、AOTF部10から光伝 れ、このAOTF部10によって選択した光信号は、そ の光強度を検出する光強度検出手段51に入力し、光強 ラッキング手段52に入力する。一方、AOTF部によ 【0069】入力光信号は、AOTF部10に入力さ 送路に出力光信号として送出される。

手段50によって重畳される。また、RF信号発生手段 によって発生し、トラッキングを行う場合には、RF信 54は、最大値判別手段12、周波数演算手段13およ びトラッキング手段52によってその周波数が制御され 【0070】このAOTF部10の第1および第2の光 号に10kHzから1MHzの周波数の変調信号が重畳 導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手段54 ಜ

手段51によってAOTF部10から分岐して出力され [0071] 最大値判別手段12の出力は、周波数制御 うに、特定故長を選択するようにRF信号の周波数を制 御する。そして、トラッキング手段52は、光強度検出 手段13に入力され、請求項1の原理説明で説明したよ る光信号からRF信号に重畳された変調信号を検出して 所定被長の光信号の光強度が最大値に維持されるように RF信号発生手段54を制御する。

れ、維持される。さらに、トラッキングのための変職信 【0072】このように構成することにより、請求項1 1に記載の可変波長選択フィルタは、一度、特定改長の トラッキングによって最適なRF信号の周波数が制御さ 号は、10kHzから1MHzの周波数のいずれかの周 光信号を選択するRF信号の周波数が判別された後は、

(12)

(ABC) 回路における光信号には既に1kHzの変調 **信号がかけられているが、トラッキングのための変調信** 号は、10kHz以上とするので、このABC回路の変 騆信号と混同することがない。 一方、トラッキングのた めの変調信号は、1MHz以下とするので、例えば、R F 信号発生手段 5 4 内における P L L 回路の周波数デー タを正弦波となるようにCPUによって制御してその変 調信号を発生させても、高速な変調、同期検波ではない 被数とする。LN変闘器の可変パイアスコントロール から、CPUの負担となることがない。

[0073] 次に、請求項12に記載の可変選択被長フ 変被長選択フィルタは、被長分割多重方式の光信号を伝 生するRF信号の周波数は、波長分割多重方式の光信号 間隔に対応するRF信号の周波数の範囲内で変化するよ イルタの原理について説明する。請求項12に記載の可 送する光伝送路に接続され、可変長選択フィルタは、請 水項11に記載の可変波長選択フィルタであって、トラ ッキング年段によって制御されるRF信号発生手段が発

【0074】トラッキングをかける場合にトラッキング のための変調信号の周波数を大きく振ると隣接するch 数の可変波長選択フィルタの温度を同一に制御する温度 に影響を与えてしまう。しかし、このようにすることに 8 n m 間隔のW D M光信号の場合では、隣接するc h 間 に対するRF信号の周波数の差は、90kHzであるか [0075] (請求項13) 請求項13に記載の可変数 長選択フィルタは、同一基板上に複数形成され、この複 制御手段をさらに備えて構成され、可変長選択フィルタ が、請求項1、4、6、7、8のいずれか1項に記載の ら、他のchに影響を与えることがない。例えば、0. ら、土45kHz以下の周波数でトラッキングを行う。 より、大きく外れた周波数が印加されることがないか 可変被長選択フィルタである。

TFを同一の基板上に形成することにより、隣り合うA [0076] OADM装置に使用されるAOFTは、従 度範囲、例えば、0℃ないし60℃に亘ってAOTFの 温度を正確に制御することは困難を伴う。しかし、AO 来個別に温度制御を行っているが、すべてのAOFTを 0. 1℃単位で同一温度に制御することは困難をともな う。また、OADM装置の動作を保証するために広い温 OTFをほぼ同一の温度に制御することができ、しかも AOTFの特性もほぼ同一にすることができる。そのた め、まず、請求項1ないし請求項12のいずれか1項に 動作させるようにすれば、他のAOFTにおいても所望 記載の可変波長選択フィルタによって所望の波長の光信 号を分岐・挿入できるようにしてから、他のAOFTを の波長の光信号を分岐・挿入することができる。

ットワークの光伝送路に接続しないで、所望の波長の光 [0077]また、請求項1、4、6、7、8のいずれ か1項に記載の可変波長選択フィルタの出力を光通信ネ

信号を選択できるか否かの確認専用とし、他のAOTF 特開2000-241782

を実際の運用用とすれば、瞬った波長の光信号を選択す

(請求項14) 図9は、請求項14に記載の発明の原理 構成を示す図である。なお、図9は、請水項1を基本と した請求項14に記載の発明の原理構成を示す図であ 7、8を基本とした請求項14に記載の発明について 9、この場合について以下に説明し、請求項4、6、 は、その説明を省略する。

し、特定の入力強度の場合に極大値になる。なお、この は、(リジェクト光の光強度/入力光の光強度)をdB 0に示すようにAOTFによって選択する光の強度であ るリジェクションレベルは、RF信号の入力強度に依存 特性は、RF周波数を変化させてもほぼ同様の特性とな 【0078】図10は、RF信号の入力強度とリジェク d B m単位で表示したRF信号の入力強度である。図1 単位で表示したリジェクションレベルであり、横軸は、 ションレベルとの関係を示す図である。図10の縦軸

【0079】図9および図10において、本可変放長選 最大值判別手段12、強度最大值判別手段62、周故数 制御手段63およびRF信号発生手段64から構成され ている。なお、請求項1と同一の構成については、同一 Rフィルタは、AOTF部10、光強度検出手段61、 の符号を付し、その説明を省略する。

ន

の光強度を検出する光強度検出手段61に入力し、光強 れ、このAOTF部10によって選択した光倡号は、そ 度検出手段61の出力は、最大値判別手段12および強 度最大値判別手段62に入力する。一方、AOTF部に よって選択しなかった光信号は、AOTF部10から光 【0080】入力光信号は、AOTF部10に入力さ 伝送路に出力光信号として送出される。 8

[0081]また、このAOTF部10の第1および第 段64によって発生し、RF信号発生手段64は、最大 値判別手段12、強度最大値判別手段62および周波数 **資第手段63によってその周波数が制御される。最大値** れ、請求項1の原理説明で説明したように、特定波長を 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手 判別手段12の出力は、周波数制御手段63に入力さ

光強度の最大値を与えるRF信号の周波数を維持した状 出力強度を変えながら光強度検出手段11によって所定 **数長の光信号を検出して、この所定波長の光信号に対す** [0082] そして、強度最大値判別手段62は、この 態で、RF信号発生手段64により発生するRF信号の 強度最大値判別手段 6 2 からこの最適なRF 信号の入力 強度の値を受信し、最適なRF信号の周波数と入力強度 る光強度の最大値を判別する。周波数制御手段63は、 選択するようにRF信号の周波数をまず制御する。 \$

【0083】こうして図10に示すリジェクションレベ

20

とによりRF信号発生手段を制御する。

 $\tilde{\Xi}$ 

ができるから、 額水項 1 4 に配做の可変波長選択フィル タは、特定波段を分岐・仰入するRF偕号の周波数だけ vの極大値を与えるR F 信号の入力強度を判別すること でなく、RF信号の入力強度も最適化することができ

**Rフィルタと、前配可変液長選択フィルタに印加する前 光信号を生成する光佰号生成手段とを備えるOADM装** 【0084】 (簡水項15) 開水項15に配做のOAD RRF信号を発生するRF信号発生手段と、前配可変被 **段<b>辺**択フィルタによって分岐した光信号を受信処理する M装置は、被長分割多血方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF信号の周波数に 応じて特定被長の光信号を分岐及び抑入する可変被長避 受信処理手段と、前配可変波長週択フィルタに抑入する **趾において、可変波長選択フィルタは、n個の光信号を** 分岐または仰入することができ、RF偕号発生手段は、 (n+1) 値であることで辞成する。

[0085] OADM装置で複数の改長の光信号を分岐 ・抑入する場合には、可変波長週択フィルタに分岐・抑 平段をOADM装置において分岐・仰入する数より1つ と、あるこれから他のこれを分岐・抑入する場合に、使 hを分岐・抑入するのに使用しなければならない。その ため、あるこれから他のこれを分岐・抑入するためにR F信号の周波数を連続的に変化させなければならないか c h に影響を与える。しかし、このようにRF信号発生 RF信号発生手段が分岐・抑入する光信号と同数である 用していないRF倡号発生手段がないから、あるこhを 分岐・挿入するのに使用したRF個号発生手段を他のc ち、その間のchも分岐・抑入することになりその間の 抑入する場合に使用していないRF信号発生手段の周波 数を他のchを分岐・抑入する周波数に合わせてから可 多く値えることにより、あるこれから他のこれを分岐・ 入する光信号の数に応じた複数のRF信号を印加する。 変数長週択フィルタに印加することができる。このた か、その間のchに影響を与えることがない。

て、第1ないし第3の可変被長週択フィルタのうち少な [0086] (開水項16) 開水項16に記載のOAD M装置は、故長分割多皿方式の光信号を伝送する光伝送 路に接続されるとともに、印加するRF倡号の周波数に 故長選択フィルタと、前配第1の可変改長選択フィルタ 筑2の可変波長週択フィルタによって選択された前配所 定故長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の て前配第1の可変被長週択フィルタに抑入する光信号を 応じて特定波長の光信号を分岐及び仰入する第1の可変 によって分岐した光伯号の中から所定被長の光信号を避 択する第2の可変被長選択フィルタを備えるとともに厳 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 長型択フィルタを備えるとともに散算3の可変被長選択 フィルタによった脳状された柱配所定波段の光を変闘し 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい

くとも1つは、額求項1、4、6、7、8のいずれか1 頃に配載の可変波長選択フィルタである。

るRF信号がずれたとしてもそのずれを補償する前求項 を温度変化などにより特定被長の光信号を分岐・抑入す 1ないし酢水項14に配做の可変週択被長フィルタとす るので、常に、正确に特定改長の光信号を分岐・挿入す 【0087】 額水項16に配載のOADM装置は、この ようにOADM装配に使用される可変波長選択フィルタ ることができる。

【0088】さらに、節水項16に記載のOADM装置 は、トラッキングも行う可変故長選択フィルタを使用す る場合には、一旦特定被長の光信号を分岐・挿入するR 挿入するようにRF倡号の周波数を維持することができ F信号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・

るとともに、印加するRF信号の周波数に応じて特定改 ルタと、前配第1の可変破長選択フィルタによって分岐 した光信号の中から所定波長の光信号を避択する第2の 可変波長避択フィルタを備えるとともに散第2の可変故 から所定被長の光を選択する第3の可変被長選択フィル って選択された前配所定波長の光を変闘して前配第1の 変波長選択フィルタは、前水項1、4、6、1、8のい ずれか1項に配載の可変波長選択フィルタであって酢水 (間水項17) 請水項17に記載のOADM装置は、波 民分割多重方式の光信号を伝送する光伝送路に接続され **長週択フィルタによって選択された前配所定波長の光信** 号を受信処理する受信処理手段と、複数の波長を持つ光 可変被長選択フィルタに挿入する光信号を生成する光信 号生成手段とを備えるOADM装置において、第1の可 頃1、4、6、7、8の可変波長週択フィルタを複数個 長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変被長避択フィ タを備えるとともに放第3の可変改長選択フィルタによ 抵続に扱続する。

勧告」で規定される0.8nm関隔の波長の隣り合う光 借号を1つのAOTFで分岐しようとすると、クロスト ADM装置では、可変故長選択フィルタを複数個の縦舵 铵統とするので、1段目の可変改長選択フィルタにおい WDM光信号のm番目の光信号を分岐・挿入させ、以下 つの可変波長選択フィルタのAOTF部では特定波長の ない場合でも、可変波長週択フィルタを複数個縦縮に接 梳するので、所定のレベルまで遮断することができるよ た、前述したように可変被長選択フィルタのAOTF部 ークが発生してしまう。しかし、請求項17に配載のO 同様に前段の可変波長選択フィルタにおいて分岐・挿入 光信号を所定の光強度のレベルまで遮断することができ の放長選択特性の幅が広く、「ITUーT G.692 てWDM光信号のk番目の光信号を分岐・挿入させ、2 段目の可変波長選択フィルタにおいてk番目から離れた [0089] このような可変波長選択フィルタでは、1 うにリジェクション特性を改善することができる。ま

する光信号とは離れた彼長の光信号を後段の可変被長避 択フィルタに分岐・梅入させることにより、クロストー クを減少させることができる。

WDM光信号の奇数(函数)番目の光信号を分岐・挿入 させることにより、クロストークを減少させることがで 【0090】例えば、可変波長遡択フィルタを2個の縦 脱接統とした場合には、1段目の可変波長選択フィルタ においてWDM光信号の個数(奇数)番目の光信号を分 岐・梅入させ、2段目の可変故長避択フィルタにおいて

[0091] さらに、 静水項17に配破のOADM装置 は、縦舵接続する可変被長週択フィルタを温度変化など れたとしてもそのずれを補償する即求項 1 ないし節求項 により特定波長の光信号を分岐・椰入するRF倡号がず 14に記載の可変波長選択フィルタとするので、常に、 正確に特定波長の光信号を分岐・挿入することができ

る場合には、一旦特定故長の光信号を分岐・挿入するR 挿入するようにRF信号の周波数を維持することができ は、トラッキングも行う可変被長選択フィルタを使用す F借号の周波数が判別されれば、常に特定波長を分岐・ 【0092】また、前水項17に記載のOADM装置

即10から光伝送路に送出される前に接続される破線で AOTF部10、光強度検出手段11、及大値判別手段 12、周波数制御手段13、RF信号発生手段14およ U記憶手段70から構成されている。ここで、AOTF 示した遮断手段71は、散水項19に配敬のスペクトル ルモニタの構成要件ではない。また、請求項1と同一の モニタの構成要件であり、請求項18に記載のスペクト 【0093】図11において、本スペクトルモニタは、 (開水項18および開水項19)図11は、開水項1 8, 19に記載の発明の原理構成を示す図である。

入力され、このAOTF部10によって分岐した光信号 方、AOTF部によって分岐しなかった光信号は、AO 【0094】まず、翳水煩18に配飯のスペクトルモニ タについて説明する。入力光信号は、AOTF部10に は、光強度検出手段61に入力する。この光強度検出手 段61の出力は、最大値判別手段12に入力する。一 TF 部10から光伝送路に出力光信号として送出され

構成については、同一の符号を付し、その説明を省略す

請求項1の原理説明で説明したように、特定波長を分岐 2の光導波路に印加されるRF信号は、RF信号発生手 値判別手段12および周波数制御手段13によってその [0095] また、このAOTF部10の第1および第 段14によって発生し、RF債号発生手段14は、最大 周波数が制御される。最大値判別手段12の出力は、周 波数制御手段 6 3 に入力され、周波数制御手段 6 3 は、

<u>=</u>

特国2000-241782

· 挿入するようにRF信号の周波数を制御する。

**応する光強度の値とを配億手段70に出力し、配億手段** 70は、これらのすべての値を配憶する。このように格 **皮長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数の組が** 1 つ判るので、前述した図2に示すRF信号と選択徴扱 成することにより、吸大値判別手段12において、所定 【0096】また、最大値判別手段12は、RF信号発 生手段で発生させたすべての周波数の値と各周波数に対 との関係を用いれば、配億手段70に配億した値から、 各光信号の波長に対する光強度も判別することができ

トルモニタは、酢水項18に配敬のスペクトルモニタに おいて、送出すべき光信号を出力する出力側に接続され るとともに眩光伯号を遮断する遮断手段をさらに備えて **隣成する。スペクトルモニタによって分岐しなかった光** 【0091】次に、閏水頃19に記載のスペクトルモニ タの原理について説明する。 散水項19に記載のスペク 信号は、スペクトルモニタに接続される光装置、例え ば、次のトリビュータリ扇やノードに送出されてしま

う。特に、スペクトルモニタをOADM装置の光信号生 を行うAOTF部においてスペクトルモニタによって分 **岐しなかった光信号と光伝送路から入力した光信号との** 成手段に使用した場合には、OADM装置の分岐・挿入 間でクロストークを生じてしまう。

断されるので、そのような不都合は生じない。遮断手段 は、光域寂器を使用することができる。光スイッチを使 用してこの光スイッチにおいて何も接続していない出力 ンプを使用してこの光アンプの励起光を与えないことに この光変開器の低原を切ることにより遮断することがで きる。さらに、AOTFを使用してこのAOTFにおい スペクトルモニタによって分岐しなかった光信号は、遮 ヘスイッチすることにより遮断することができる。光ア より遮断することができる。また、光変躢器を使用して て光信号の波長から離れた波長の光を選択するようにし [0098] しかし、このように構成することにより、

8

[0099] (開水項20) 開水項20に配載のOAD M装置は、波長分割多重方式の光信号を伝送する光伝送 応じて特定波長の光信号を分岐及び挿入する第1の可変 路に接続されるとともに、印加するRF債号の周波数に 定波長の光信号を受信処理する受信処理手段と、複数の 故長꿜択フィルタと、前配第1の可変故長避択フィルタ によって分岐した光信号の中から所定波段の光信号を避 **択する第2の可変波長꿜択フィルタを備えるとともに抜** 第2の可変徴長選択フィルタによって選択された前配所 故長を持つ光から所定故長の光を選択する第3の可変故 長週択フィルタを備えるとともに眩뙤3の可変跛長避択 フィルタによって選択された前記所定被扱の光を変勵し 生成する光信号生成手段とを備えるOADM装置におい て前配第1の可変被長週択フィルタに抑入する光信号を て滋野することができる。 20

て、第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、請求項18または請求項19に記載のスペクトルモニタであって、第1ないし第3の可変波長選 択フィルタのうち少なくとも1つを可変波長選択フィルタとして使用するかまたはスペクトルモニタとして使用するかを制御する選択側毎年段とをさらに備えて構成し、第1ないし第3の可変波長選択フィルタのうち少なくとも1つは、可変波長選択フィルタとスペクトルモニタとしての機能を兼ね編える。

【0100】このように構成することにより、請求項20に記載のOADM装置は、可変数長選択フィルタとスペクトルモニタとしての機能を兼ね備えることができ

01011

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明における実施の形態を説明する。

【の102】 (第1の実施形態) 第1の実施形態は、請求項1~5、11、12、14~2のに記載の発明を適用して構成された可変改長避択フィルク・OADM装置の実施形態やある。

[0103] 図12は、第1の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図12において、OAD M装置は、3つの構成部分に大きく分けることができる。第1の構成部分は、光伝送路を伝送する32数のW DM光信号から必要に応じて分岐した特定放長の光信号を受信処理する受信処理部分である。第2の部分は、受信処理部分にお信号を一直送路から取り除き、次のノードに伝送されることを遮断するリジェクト部分である。第3の構成部分は、WDM光信号の空いているchに光信号を生成して挿入する挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および挿入部分である。なお、受信処理部分、リジェクト部分および

【の104】このようにOADM装置は、3つの構成部分から成り立ち、各構成部分に本発明に係る可変設長選択フィルタが使用されているので、以下、各構成部分ごとに説明する。

(第1の実施形態におけるリジェクト部分の構成) まず、このリジェクト部分について説明する。

【0105】図13は、第1の実施形態におけるOAD M装置に関し、そのリジェクト部分の構成を示す図であ る。図12および図13において、光伝送路を伝送して きた32波のWDM光信号は、光強度を増幅する光増幅 器80に入射する。このWDM光信号の名。 h 間隔は、 「ITU-T G 692 軸告」の規定に従いの、8 n mである。増幅されたWDM光信号は、2つに光を分岐 する光カブラ81に入射する。分岐したWDM光信号の 一方は、後述する受信処理部分の光カブラ110に入射 し、他方は、光カブラ83に入射する。

【0106】一方、基準信号光顯82は、後述するAO 50 ワー、基準信号スキャン終了パワー、パワースキャン間

用するAOTF84、90にとどめ光伝送路に送出させ ないために、Mパンドの端の改長を使用し、第1基準信 する。これらの基準信号をこのような波長とすることに より、これら基準信号は、通常Mバンドに対して使用さ TF部84、90におけるRF信号の周波数と選択波長 との関係を判別するための第1基準信号と第2基準信号 とを発生させ、これらの基準信号を光カプラ83、89 こ入射させる。これらの基準信号は、WDM光信号に使 用される波長を除いた波長であればよいが、WDM光信 号と混同しないためには、WDM光信号の波長帯域の両 側の波長とするのが望ましい。さらに、WDM光信号の 波長帯域がMバンドの場合には、これらの基準信号を使 号は、1530~1535nmの間の波長、例えば、1 530nmとする。また、第2基準信号は、1565n m~1570 n mの間の故長、例えば、1570 n m と 仮にOADM装置から送出されたとしても光通信ネット れる中継光増幅器の利得傾斜の部分に配置されるので、 20

ワークを伝送する間に減衰してしまう。 【0107】光カプラ83は、基準信号光源82からの第1基準信号とよび第2基準信号と光カプラ81から入射したWDM光信号とを合変して、この合変した光信号をAOTF部84は、RF信号をAOTF部84は、RF信号の周波数に対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。この分岐した光信号は、その光信号を受送して光速度を検出するホトダイオード(以下、「PD」と略記する。)85に入射する。

【0108】このPD85は、受光した光遠度に従ったレベルの電気信号をA/D86に出力する。A/D86 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリジェクト個AOTF制御CPU87に送信する。リジェクト個AOTF制御CPU87は、各種データを蓄積したEEPROM(Electric Erasable Programable Read Only Memory)101からデータの送受信を行い、AOTF部84、90やRF信号顕88、98などを後述するように制御する。

[0109]また、RF信号級88は、このリジェクト網AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の40周波数とパワー(強度)とを制御される。RF信号版8は、リジェクトするこれをあるこれから他のこれに変える場合にその間のこれに影響を与えないようにするため、16数より1つ多い17層のRF信号額が用意されている。

【の110】 EEPROM1の1は、第1基準信号スキャン開始RF周波数、第1基準信号スキャン解子RF周波数、第2基準信号スキャン開始RF周波数、第2基準信号スキャン解子RF周波数、基準信号スキャン問題、周波数トラッキング問隔、基準信号スキャン開始RFド

25 第、パワートラッキング間隔、基準信号補促用閾値など

[0111] 一方、AOTF部84を通過した光信号は、光カブラ89に入材し、この光カブラ89によって基準信号光度82から入射した第1基準信号および第2基準信号と再度合放される。再度合放するのは、AOTF部84によってこれらの基準信号が選択されて分成した場合に次段のAOTF部90に入射されない虞があるからである。

【0112】合波された光信与は、AOT下部90に入 射される。このAOT下部90は、RF信号を発生する RF信号源98によって印加されたRF信号の周波数に 対応して特定の波長の光信号を入射した光信号から選択 して分岐し、選択されなかった光信号を通過させる。こ の分岐した光信号は、その光信号を通過させる。こ の分岐した光信号は、その光信号を受光して光強度を検 出するPD95に入射する。 【0113】このPD95は、受光した光遊版に従ったレベルの電気信号をA/D96に出力する。A/D96には、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換してリジェクト図AOTF制御CPU87に送信する。また、RF信号額98は、このリジェクト図AOTF制御CPU87によって発生するRF信号の周波数とパワー(強度)とが制御される。

[0114] - 方、AOTF部90を通過したWDM光信号は、2つに光を分岐する光カブラ91に入射し、分岐した一方のWDM光信号は、AOTF部84、90によって所望の光信号がリジェクトされた否か確認するため、光スイッチ(以下、「光SW」と略記する。)97を介して光の弦長とその光強度とを監視するスペクトルモニタ99に入力され、OADM装置例線CPU100によって確認される。確認の結果、所望の光信号がリジェクトされていない場合には、OADM装置例線CPU100は、リジェクト個AOTF制御CPU87に警告を送信して、再度リジェクトさせる。

【0115】光SW97は、スペクトルモニク99によって光SW97に入針するいずれの光信号をスペクトルモニク99に入針させるか制御され、指示された光信号をスペクトルモニク99に入針させる。スペクトルモニク99は、後出した光の故長とその光強度のデータをOAM装置制御CPU100に出力する。OADM装置制御CPU100は、スペクトルモニク9かちのデータに従ってリジェクト側AOTF制御CPU97、分核倒AOTF制御CPU123および挿入個AOTF制御CPU145を制御する。その各側弾は、上述の確認のにか以下の記載で順次明らかになる。

【0116】また、光カブラ91によって分岐した他方のWDM光信号は、光カブラ92に入射し、この光カブラ92によ射し、この光カブラ92によって後述する様入部分で生成された光信号と含改される。合改されたWDM光信号は、光強度を増橋する光増幅器93に入射し、増幅されて光カブラ94に

入射する。光カプラ94は、このWDM光信号を2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、光伝送路に送出される。分岐した他方のWDM光信号は、光カプラ92によって挿入部分によって生成された光信号が合液されたかるか確認をするために、光SW97を介してスペケトルモニタ99に入力され、OADM装置制御CPU100によって確認される。確認の結果、所望の光信号が合変されていない場合には、OADM装置制御CPU100は、挿入側AOTF制御CPUに警告を送信して、再度挿入すべき光信号を生成させる。

[0117] (本発明と第1の実施形態におけるリジェクト部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけるリジェクト部分との対応関係について説明する。請求項1ないし請求項3については、後述する受信処理部分における構成を説明するときに対応関係を説明

[0118] 請求項4、5に記載の可変被長選択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、RF信号発生手段はRF信号競88、98に対応し、基準信号福元し、基準信号推設をB2と光カブラ83、89とに対応し、基準信号検出手段はPD85、95とA/D86、96とEEPROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87とに対応し、周数数項算手段はEEPROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87とに

対応する。

[0119] 離水項11、12に記載の可変波長遊択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、重量手段はRF信号版88とEEPROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87とに対応し、トラッキング・100と1087とに対応し、トラッキング・100と1087とに対応し、トラッキング・100と1087とに対応する。 請求項14に記載の可変波長遊択フィルタと第1の実施形態との対応関係については、強度最大値判別手段はPD85とA/D86とEEPROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87

[0120] 開水項15に記載の分岐・福入装置と第1の実施形態との対応関係については、RF信号発生手段は、RF信号策88、98に対応する。開水項16、17に記載の分岐・挿入装置と第1の実施形態との対応関40係については、第1の可変故長避択フィルタはAOTF 部84、90とPD85、95とA/D86、96とEEPROM101とリジェクト個AOTF制御CPU87とRF信号策88、98とに対応する。

とに対応する。

[0121] 静水項18ないし静水項20については、後述する神入部分における構成を説明するときに対応関係を説明する。

(第1の実施形態におけるリジェクト部分の作用効果)次に、AOTF部84におけるリジェクト側AOTF制 御CPU87の制御について説明する。

【0122】図14は、基準債号をスキャンする方法を

20

(16)

特開2000-241782

PU87は、OADM装頤創御CPU100からリジェ クト熨状を受け、どのこれをリジェクトするが髄別する 説明する図である。図14の縦軸は、PD85で検出し RF信号の周波数である。リジェクト側AOTF制御C た光遊度に対するA/D86の出力値であり、横軸は、

**塔準信号を選択して分岐するRF信号の周波数よりも低** [0123] そして、リジェクト個AOTF慰御CPU 母スキャン開始RF周波数 f a (H z)」、「基準信号 87は、EEPROM101苦穣してある「第1基準債 い周波数に散定される。さらに、前述したように第1基 この第1基準債号スキャン開始RF周波数faは、第1 **即信号を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に** 依存するので、EEPROM101に適当な温度間隔を スキャン開始RFパワーPa (dBm)」を読み込み、 RF信号頭88~これらのデータを送信する(#2)。 おいてその温度ごとに fa を複数用意しておく。

[0124] そして、RF信号版88は、受債した周波 AOTF部84に印加する(#3)。そして、リジェク A / D 8 6 の出力値がE E P R O M 1 0 1 に 密復されて いる基準信号相促用関値なより大きいか小さいかを判断 する。もし、小さい場合(図14の点A)には、EEP ROM101に都積されている「基準信号スキャン関係 d (Hz)」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の 数faおよびパワー (強度) PaのRF信号を発生し、 ト回AOTF创御CPU87は、A/D86を監視し、 周波数 (bを

b = la + d

[0125] そして、RF信号弧88は、受信した周波 数1b および最初に受信したパワーPa のRF信号を発 ジェクト個AOTF側御CPU87は、A/D86を監 祝し、A/D86の出力値がEEPROM101に潜痕 されている基準信号相提用関値のより大きいか小さいか から状め、新たにRF債母版88へ送信する(#4)。 生し、AOTF部84に印加する (#5)。そして、 を判断する (#6)。

【0126】そして、リジェクト倒AOTF制御CPU 4から#6までを繰り返す (#7)。 一方、リジェクト 図AOTF慰御CPU87は、A/D86の出力値がa ナンを行うRF佰号の周波数△fa、△fb をfd を中 87は、A/D86の出力値がαより大きくなるまで# より大きい場合 (図14の点D、RF信号の周波数fd 数トラッキング間隔 d (Hz)」を用いて、次にスキ )には、EEPROM101に密積されている「周波

. . . 2 から求めて、Δ fa およびΔ fb を収次に新たにRF信 母類88へ送信する(#8)。 P V + P J = B J ♥  $\nabla \Phi \nabla - \Phi J = q J \nabla$ 

【0127】そして、リジェクト側AOTF制御CPU 50 は、スペクトルモニタョからこれらのデータを受信し

8 7 は、A / D 8 6 を監視し、 A f a に対するA / D 8 6の出力値 (図14の点E) とΔfb に対するA/D8 6の出力値 (図14の点C) と比較する (#9)。そし て、この場合には、Afaに対するA/D86の出力値 の方が大きいので、周波数の中心をíd からΔía に換 えて、#8および#9を行う(#10)。

【0128】このようにA/D86の出力値が大きい方 に、いずれも点FのA/D86の出力値を超えることが [0129] そして、リジェクト個AOTF制御CPU る(#11)。そして、リジェクト図AOTF慰御CP U87は、その極大値を与える周改数(図14の点Fの の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、ス 点圧、点Fまで移動する。点Fまで中心周波数が移動す ると、点Eと点GのA/D86の出力値を比較した場合 8 7 は、このように極大値を判断してスキャンを停止す **園波数)を第1の基準信号に対するRF信号の周波数 f** キャンを行うと中心の周波数は、図14において点口、 できないので、点Fが極大値と判別することができる。 (1) とする (#12)。

81は、#2から#12を繰り返して、第2の基準信号 【0130】そして、リジェクト倒AOTF制御CPU #2において「第1基準信号スキャン開始RF周波数 f a (Hz)」の代わりに「第2基準信号スキャン開始R に対するRF信号の周波数 1 (2) を判別する。ただし、 F周故数 faa (Hz)」を使用し、式1の代わりに、

を使用する (#13)。 f bb= f.aa-d

【0131】そして、リジェクト側AOTF制御CPU リジェクト側AOTF制御CPU87は、各chに対し てRF佰母のパワーの最適化を行う。まず、ch1に対 応するRF信号の周波数および「基準信号スキャン開始 RFパワーPa (dBm)」をRF信号顧88に送信す 87は、f(1)、f(2)、第1基準信号の波長とch1 の被長との差、第2基準個号の被長とこれ32の被長と の蒄および各ch閒隔から各chを選択して遮断するた めのRF伯号の周波数を算出する(#14)。そして、 5 (#15)。

#8から#11において、Paを及初の中心とし、「周 破数トラッキング間隔△df(Hz)」を「パワートラ ッキング岡隔 V dp (Hz)」に代えただけで回模に極 ラ91と光SW97とを介してスペクトルモニタ99に リジェクト後のAOTF部90から出力されるWDM光 伯号を監視させ、所留の信号がリジェクトされているか る。そして、OADM装置制御CPU100は、光カブ 否か、リジェクションレベルはどの程度かを測定させる [0132] このRF信号のパワーの最適化の方法は、 大位を判別することができるので、その説明を省略す (#16)。

[0133] そして、OADM装置制御CPU100

特開2000-241782

(18)

PU87に送信する(#17)。そして、リジェクト側 ションアベル図何β (dBm)」より大きいか否かを判 断する。受信したリジェクションレベルがBより小さい 場合および警告を受債した場合は、再度第1基準債号お C、 リジェクションレスアやリジェクト室AOFF 恒省 CPU87に送信する。さらに、リジェクトchを睨っ ている場合にはその警告もリジェクト側AOTF制御C AOTF制御CPU87は、受信したリジェクションレ ペルがEEPROM101に若積されている「リジュク よび第2基準信号のスキャンを行う(#18)。

に対応するRF信号の周波数を資算して、その周波数の [0134] また、AOTF部90に対するRF信号の 周波数とパワーのスキャンは、#1から#18と同様の って行われるので、その説明を省略する。そして、リジ ェクト側AOTF制御CPU100は、遊断すべきch RF債号をAOTF84またはAOTF部90に印加し 割御でリジェクト倒AOTF制御CPUの制御87によ て、所留のchを遮断させる (#19)。

基準信号がない場合には、EEPROM101は、第2 【0135】なお、基準債号が第1基準債号だけで第2 基準信号スキャン開始RF周波数および第2基準信号ス キャン終了RF周波数に代えて、単位RF信号の周波数 ジェクト個AOTF側御CPU87は、#13および# **改長との差、単位RF信号の周波数変化に対する選択波** 変化に対する避択被長変化の値を蓄積する。そして、リ 14に代えて、「(1)、第1基準信号の改長とこり1の **長変化の値および各ch間隔から各chを避択して遮断** するためのRF信号の周波数を類出することを行う。

る前に、そのこれを遮断するRF信号の周波数を探すの で、温度変化などによるRF信号の周波数シフトを補償 借号を遮断することができる。なお、所留のchの光信 号を遮断する度に、#1から#19までを繰り返しても は、図10で前述したようにRF信号の入力強度とリジ させてもほぼ同様の特性を示すから、前回に行った結果 【0136】このように、所望のchの光倡号を遮断す することができる。したがって、正確に所留のchの光 ェクションレベルとの関係は、RF信号の周波数を変化 よいが、#15のRF信号のパワーの最適化について を使用して#15を省略することができる。

[0137]また、上述では、基準信号を基準信号光源 8.2によってWDM光信号に挿入したが、光通信ネット ワークを運用する上での監視信号であるOSC (Optica 4、90に印加することにより、正确に所留のこれの光 ても、最適なRF倡号は、温度変化、RF倡号の周故数 l Supervisary channel )を基準信号として利用しても **信号を遮断することができるが、遮断している間におい** のシフトおよびゆらぎなどにより、シフトすることがあ そのため、所望のこれを正確に遮断するために吸道 よい。こうして最適なRF信号の周波数をAOTF部8 なRF信号の周波数をトラッキングする必要がある。

る。図15は、トラッキング用の変<table-cell>放長と出力光との は、正弦波状のトラッキング用の変調信号であり、曲線 樹軸は、RF信号の周波数である。曲線2は、AOTF 部の選択特性であり、ほぼ左右対称な上に凸の曲線であ る。この図15において、光強度の最大値を与えるRF **信号の周波数が、上述で求めた所狙のchを遮断するた** めに设適なRF信号の周波数である。複軸の下部の曲線 関係を示す図である。図15の縦軸は、光強度であり、 【0138】次に、このトラッキングについて説明す 2の右上の曲線は、これに応じた出力光である。

中心にわずかに変えて、図15に示すトラッキング用の [0139] AOTF部84におけるトラッキングとA F部84に印加するRF信号の周波数を吸適な周波数を **変調信号を生じさせる。この変調信号を10kHzから** る。図12、13、15において、リジェクト回AOT F間御CPU87は、RF信号駅88を制御してAOT 〇TF部90におけるトラッキングとは、同様なので、 AOTF 部8 4におけるトラッキングについて説明す 1MHzの周故数、例えば、20kHzとする。

[0140] AOTF部84で遮断される所望のchの 光佰号は、この変闘信号成分を含んでAOTF部84に よって選択されて分岐し、PD85に入射する。PD8 5は、この光信号の光勁度を検出しA/D86を介して リジェクト側AOTF制御CPU87に出力する。この ため、リジェクト側AOTF制御CPU87は、この変 関係中に対応した光強度の出力値を得られる。 ន

OTF制御CPU87は、A/D86の出力値が設も大 曲級2がほぼ左右対称な上に凸の曲線であるので、RF 【0141】ここで、光信号をトラッキング用の変調信 時で変闘しても、本来、AOTF部84において避断さ れる光信号であるから、何ら問題ない。リジェクト側A きくなるように制御する。これは、図15に示すように 借号の周波数を高い方と低い方とに極くわずか扱った場 合、周波数の高い方と低い方の両方でA/D86の出力 値が小さくなれば、その中心の周波数がA/D86の出 力値が扱も大きくなるからである。 ဓ

号の周波数を維持することができる。ここで、RF信号 [0142]また、このようにA/D86の出力値が扱 も大きくなるように制御することにより、最適なRF偖 の周波数を高い方と低い方とに扱る範囲は、極わずかで あるが、O.8nm間隔のWDM光信号の場合では隣接 であるから、少なくともエ45kHz以内にする必要が ある。さもないと隣接するchを遮断してしまうことに するch間に対するRF信号の周波数の差が90kHz 49

7に周波数カウンタを散けた場合には、A/D86の出 **力値の周期を検出することによっても扱適なRF情号の** 周波数を維持することができる。すなわち、RF偕号版 【0143】なお、リジェクト側AOTF制御CPU8 88が発生するRF個母の周波数が最大値を与える周波 なるからである。

調信号が1周期する間に、曲線2の極大値から周波数の 数に一致する場合は、この出力値は、トラッキング用変 高い側に1往復し、さらに周波数の低い側に1往復する 方、RF信号頭88が発生するRF信号の周波数が最大 値を与える周波数に一致しない場合は、この出力値は、 ので、この変調信号の2倍の周波数の正弦波となる。 この変闘信号の2倍の周波数を生じない。

に極大値を与える最適なRF信号の周波数に維持するこ とができる。こうしてAOTF部84は、一度、特定液 [0144] したがって、変調信号の2倍の周期の出力 値が得られるようにRF信号の周波数を調節すれば、常 長の光信号を分岐・挿入するRF信号の周波数が判別さ れた後は、トラッキングによって最適なRF信号の周波 数が制御される。

【0145】また、トラッキング用の変調信号を10k Hzから1MHzの範囲内である20kHzと散定する ので、LN変調器の可変パイアスコントロール回路用に がない。さらに、その変調信号を1MH2以下とするの で、高速な変調ではないから、リジェクト側AOTF制 既にかけられている1kH2の変調信号と混同すること 卸CPU87の負担となることもない。

8、121と光カプラ114、115、124と光受信 装置の実施形態である。図16は、第1の実施形態にお けるOADM装置に関し、この受信処理部分の構成を示 (第1の実施形態における受信処理部分の構成) この受 を適用して構成された可変故長選択フィルタ・OADM **す図である。なお、AOTF部112、113とRF信 富処理部分は、請求項1~3、16、17に記載の発明** 号原119、122とPD117、120とA/D11 機116とからなる受債処理を行う部分300は、本受 そのうちの1波を受信処理する部分のみを示し、これら の図に図示していない。さらに、その説明も同一である ため、以下、1 波を受信処理を行う部分について説明す が、同一の構成であるため、図12および図15には、 **信処理部分が16波の受信処理を行うため16個ある** 【0146】次に、受信処理部分について説明する。

カプラ110に入射する。光カプラ110で分岐した一 [0147] 図16において、前述の光カプラ81で分 岐した32波のWDM光信号は、2つに光を分岐する光 方のWDM光信号は、光カプラ81で32桜のWDM光 信号が分岐したか否かを確認するために、光SW97を 介してスペクトルモニタ99に入射し、OADM装置制 CPU100は、WDM光信号が分岐されていることを に信号を送信し、AOTF制御CPU123に受信処理 御CPU100によって確認される。OADM装置制御 確認すると、後述する分岐側AOTF制御CPU123

DM光信号は、1×16光カプラ111に入射し、16 50 【0148】一方、光カプラ110で分岐した他方のW

の32故のWDM光信号に分配され分岐する。したがっ て、1×16光カプラ111から出力されるWDM光信 で、1×16光カプラ111は、16に分配して分岐す る光カプラを使用したが、これは、第1の実施形態にお ることに対応する。すなわち、仮にこのOADM装置が 8 波を分岐・挿入することができる場合には、8 に分配 けるOADM装置が16波を分岐・挿入することができ して分岐する光カプラでよい。そして、この場合には、 号には、32故の光倡号が含まれている。 なお、ここ 受信処理を行う部分300ち8個でよい。

【0149】1×16光カプラ111で分配されて分岐 したWDM光信号は、AOTF部112に入射する。A 2 によって印加されたRF信号の周波数に対応して特定 OTF部112は、RF信号を発生するRF信号額12 の波長の光信号を入射した光信号から選択して分岐し、 選択されなかった光信号は、そのまま捨てられる。—

2つに光を分岐する光カプラ124で分岐される。この 光カプラ124で分岐した一方の光信号は、その光信号 方、AOTF部112で選択されて分岐した光信号は、 を受光して光強度を検出するPD120に入射する。

【0150】このPD120は、受光した光強度に従っ たレベルの電気信号をA/D121に出力する。A/D 121は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して分岐側AOTF制御CPU123に送信する。分岐 関AOTF制御CPU123は、スキャン開始RF周波 び単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値 などのデータを蓄積したEE P R O M 1 2 5 とデータ送 数、スキャン終了RF周波数、スキャンRFパワーおよ 受信を行い、AOTF部112、113やRF債号源1 12、119などを後述するように制御する。

改数とパワーとを制御される。一方、光カプラ124で OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 分岐した他方の光信号は、RF信号を発生するRF信号 岐する次段のAOTF部113に入射する。AOTF部 113は、再度AOTF部112と同一chを選択して 【0151】また、RF債号源122は、この分岐側A **源119によって印加されたRF信号の周波数に対応し** て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 は、AOTFの波長選択特性の幅が広いことから、所望 のchに隣接するchからの影響をなくし確実に所望の 分岐する。このようにAOTFを2段縦続接続するの c h を選択するためである。

[0152] AOTF部113によって選択されて分岐 した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ114に入 射する。光カプラ114で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出する P D 1 1 7 に入射 する。このPD117は、受光した光強度に従ったレベ ルの電気信号をA/D118に出力する。A/D118 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して分 岐側AOTF制御CPU123に送信する。

62

[0153]また、RF信号顕119は、この分岐側A OTF制御CPU123によって発生するRF信号の周 波数とパワーとを制御される。一方、光カプラ114で 分岐した他方の光信号は、光カプラ115に入射し、光 カプラ115で再度2つに分岐される。この光カプラ1

15で分岐した一方の光信号は、光信号を復闢して受信

c h の光信号が選択されて分岐されたか否かを確認する の光信号は、AOTF部112、113によって所望の ため、光SW97を介してスペクトルモニタ99に入射 【0154】また、この光カプラ115で分岐した他方 る。OADM装置制御CPU100は、所望のchの光 信号が選択されて分岐していないことを確認すると、分 岐側AOTF制御CPU123に信号を送信し、AOT F制御CPU123は、再度AOTF部112、113 処理を行う光受信機116に入射し、受信処理される。 し、OADM装置制御CPU100によって確認され を制御して受信処理を行う。

【0155】 (本発明と第1の実施形態における受信処 おける受信処理部分との対応関係について説明する。請 **水項1~3に記載の可変波長選択フィルタと受信処理部** 分との対応関係については、RF信号発生手段はRF信 理部分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態に 号源119、122に対応し、光強度検出手段はPD1 8、121と分岐側AOTF制御CPU123とEEP ROM125とに対応し、周波数制御手段は分岐側AO 17、120に対応し、最大値判別手段はA/D11 TF慰御CPU123に対応する。

ន

長選択フィルタはAOTF部112、113とPD11\*30 と受信処理部分との対応関係については、第2の可変波 [0156] 請求項16、17に記載の分岐・挿入装置

f bdr を

から求め、新たにRF信号版122~送信する(#3 bdr = f adr + d dr

[0159] そして、RF信号頭122は、受信した周 波数 f bdr およびパワー Padr のR F 信号を発生し、A OTF部112に印加する (#35)。そして、分岐側 **A/D121の出力値がEEPROM125に蓄積され** ている基準信号捕捉用閾値αdrより大きいか小さいかを AOTF制御CPU123は、A/D121を監視し、 判断する (#36)。

から求めて、△fadr および△fbdr を順次に新たにR  $\Delta$  fadr = fedr +  $\Delta$  d dr  $\Delta$  f bdr = f edr -  $\Delta$  d dr

出力値の方が大きい場合には、周波数の中心を fedr か [0161] そして、分岐側AOTF制御CPU123 21の出力値とΔfbdr に対するA/D121の出力値 D121の出力値より ∆ fadr に対するA/D121の は、A/D121を監視し、∆fadr に対するA/D1 と比較する (#39)。そして、Δ f bdr に対するA/ F 信号頭 1 2 2 へ送信する (#38)。

\*7、120とA/D118、121と分岐側AOTF制 特開2000-241782 御CPU124とEEPROM125とRF信号源11 (第1の実施形態における受信処理部分の作用効果) 次 に、AOTF部112における分岐側AOTF制御CP U123の制御について説明する。

9、122とに対応する。

【0157】分岐側AOTF制御CPU123は、OA DM装置制御CPU100から受信処理要求を受け、ど 分岐側AOTF制御CPU123は、EEPROM10 を読み込み、RF信号頭122へこれらのデータを送信 低い周波数に散定される。さらに、前述したように。h 1を選択して分岐するRF信号の周波数は、温度に依存 は、ch1を選択して分岐するRF信号の周波数よりも するので、EEPROM125に適当な温度間隔をおい z)」、「スキャン開始RFパワーPadr (d Bm)」 のchを受信処理するか職別する(#31)。そして、 1蓄積してある「スキャン開始RF周波数fadr (H する (#32)。このスキャン開始RF周波数 fadr てその温度ごとにfadr を複数用意しておく。

[0158] そして、RF信号頭122は、受信した周 祓数 fadr およびパワー (強度) Padr のRF信号を発 に蓄積されている基準倡号補提用閾値αdrより大きいか 2) 」を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数 て、分岐側AOTF制御CPU123は、A/D121 を監視し、A/D121の出力値がEEPROM125 小さいかを判断する。もし、小さい場合には、EEPR 生し、AOTF部112に印加する(#33)。そし OM125に蓄積されている「スキャン間隔 d dr (H

※ [0160] そして、分岐側AOTF制御CPU123 は、A/D121の出力値がadrより大きくなるまで# 34から#36までを繰り返す (#31)。一方、分岐 園AOTF制御CPU123は、A/D121の出力値 がadrより大きい場合には、EEPROM125に蓄積 を用いて、次にスキャンを行うRF信号の周波数△fad r 、Δfbdr をそのときにRF信号源122に印加され されている「周波数トラッキング間隔 Addr (Hz) | ている周波数 ferd を中心にして、

9 . . .

方、 Δ fadr に対するA/D121の出力値よりΔfbd は、周波数の中心をfedr から△fbdr に換えて、#3 r に対するA/D121の出力値の方が大きい場合に ら∆fadr に換えて、#38および#39を行う。 8および#39を行う (#40)。

【0162】このようにA/D121の出力値が大きい スキャンを行うと中心の周波数は、A/D121の出力 方の周波数を次にスキャンする周波数の中心に換えて、

図AOTF制御CPU123は、このように極大値を判 **団の極大値を与える周波数まで移動する。そして、分岐 杤したスキャンを停止する(#41)。** 

[0163] そして、分岐側AOTF間御CPU123 )とする (#42)。そして、分岐回AOTF削御CP U123は、f(ch1)、ch1の故段、単位RF信号の 国波数変化に対する選択被要変化の値および各ch 間隔 から各chを選択して分岐するためのRF信号の周波数 は、その極大値を与える周波数をch1の周波数 f (chl を算出する (#43)。

の同様の制御によってRF信号の周波数と選択波長との [0164] そして、#31から#43までの同様の制 2段に縦続している場合には、光信号の進行方向に対し て前段のAOTF部112のRF信号の周波数と選択故 後段のAOTF部113において#31から#43まで 関係を判別できない。このためAOTF部112のRF は、時分割で行う必要がある。AOTF部を多段に縦続 卸により、AOTF部113についも各chを選択して 4)。ここで、図12、16に示すようにAOTF部が 長との関係を判別している間は、RF佰号の周波数のス 信号の周波数と週択波長との関係の判別とAOTF部1 キャンに従い光信号が選択されて分岐してしまうので、 13のRF信号の周波数と週択波及との関係の判別と 分岐するためのRF信号の周波数を算出する(#4

れているか否か、選択・分岐レベルはどの程度かを測定 させる (#45)。そして、OADM装配向御CPU1 信した、選択・分板レベルを分板側AOTF慰御CPU 123に送信する。さらに、避択・分岐chを誤ってい は、光カプラ115と光SW91とを介してスペクトル される光信号を監視させ、所留の光信号が選択・分岐さ 00は、スペクトルモニタ99からこれらのデータを受 る場合にはその警告も分岐側AOTF側御CPU123 モニタ99に選択・分岐後のAOTF部113から出力 **【0165】そして、OADM装函数値位と0100** に送信する (#46)。

接続した場合も同様である。

m)」より大きいか否かを判断する。受債した選択・分 きっトに対応するRF信号の周波数を放算して、その周 [0166] そして、分岐回AOTF回卸CPU123 は、受信した選択・分岐レベルがEEPROM125に 岐レベルがβdrより小さい場合および警告を受信した場 て、分岐回AOTF同御CPU123は、受信処理すべ 政数のRF信号をAOTF112、113に印加して、 合は、再度ch1のスキャンを行う(#47)。そし 所留のchを光受信機116に受信処理させる(#4 数徴されている「遊択・分核レベル関値βdr (dB

[0167] なお、上述の説明では、こり1をスキャン が、別のchをスキャンしてこの関係を紋算してもよ してRF信号の周波数と選択被長との関係を質算した

極大値の数を計数するととともに、ch1に対応す **る極大値を与えるRF伯号の周波数をch2の極大値を** この場合には、分岐側AOTF制御CPU123 スキャンするための「スキャン開始RF周波数fadr

極大値を与えるRF倡号の周波数をch3の極大値をス のRF信号の周波数などを用いてRF信号の周波数と選 (Hz)」として、#32から#43の制御を行う。そ して、極大値の計数値に1を足して、ch2に対応する キャンするための「スキャン開始RF周波数 fadr (H **順次同様の制御を目標のchになるまで行い、このとき** z) 」として、#32から#43の制御を行う。以下、 択波長との関係を領算すればよい。

のスキャンを行うようにしてもよい。このように、所留 に、そのこれを選択して分岐するRF信号の周波数を探 【0168】また、EEPROM125の他に分岐側A OTF制御CPU123とデータの送受信を行いデータ を記憶するR AMをさらに設けて、32波すべてのch すので、温度変化などによるRF借号の周波数シフトを 補償することができる。したがって、正確に所留のch のchの光信号を光受信機116で受信処理を行う前 の光信号を受信処理することができる。 8

[0169] 次に、挿入部分について説明する。

れた可変改長選択フィルタ・OADM装置の実施形態で に関し、この挿入部分の構成を示す図である。なお、A るため16個あるが、同一の構成であるため、図12お (第1の実施形態における挿入部分の構成) この挿入部 分は、前水項16~20に記載の発明を適用して構成さ ある。図17は、第1の実施形態におけるOADM装置 OTF部135、136とRF信号頭139、142と PD140、143とA/D141、144と光カプラ 32と光SW131とからなる椰入すべき光信号を生成 する部分は、本押入理部分が16波の抑入倡号を生成す も同一であるため、以下、1故を生成する部分について 134、138、146と光変闢器133と光アンプ1 よび図17には、そのうちの1故を生成する部分のみを 示し、これらの図に図示していない。 さらに、その説明 説明する。

[0170] 図17において、32故のWDM光信号の した1つのポートには、32波の波長の光が含まれてい らなるLDパンク137は、改長の異なる32故のレー ザ光を発生させ、光カプラ138に入射させる。入射し に16に分配され分岐する。したがって、分配され分岐 各光信号の対応する波長の光を発生する32個のLDか た32故のレーザ光は、光カプラ138で合液された後

発生するRF債号版139によって印加されたRF債号 (WDM光) から選択して分岐し、選択されなかった光 [0171] 分配されて分岐したレーザ光は、AOTF 部136に入射する。AOTF部136は、RF信号を の周波数に対応して特定波長の光を入射した32波の光

は、そのまま捨てられる。一方、AOTF部136で選 46で分岐される。この光カプラ146で分岐した一方 の光は、その光を受光して光強度を検出するPD140 **収されて分岐した光は、2つに光を分岐する光カプラ1** 

たレベルの低気信号をA/D141に出力する。A/D 図AOTF制御CPU145は、スキャン開始RF周波 数、スキャン終了RF周波数、スキャンRFパワーおよ 141は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換 して挿入側AOTF制御CPU145に送信する。 挿入 に、挿入側AOTF側御CPU145は、印加している 【0172】このPD140は、受光した光始度に従っ び単位RF信号の周波数変化に対する避択被畏変化の値 などのデータを若積したEEPROM147とデータの 送受債を行い、AOTF節135、136やRF倡号版 RF信号の周波数とそのときのA/D141、144か らの出力値を若穣するRAM148とデータの送受信を 139、142などを後述するように制御する。さら

8 [0173] また、RF信号頭139は、この抑入側A 稅接続することによって、避択光の半値幅を狭くするた 故数とパワーとを制御される。一方、光カブラ146で て特定の波長の光信号を入射した光信号から選択して分 岐する次段のAOTF削135に入射する。AOTF削 135は、再度AOTF部136と同一chを選択して レーザの波長のchに隣接するchへの影響を少なくす OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 分岐した他方の光倡号は、RF倡号を発生するRF倡号 めである。このように半値幅を狭くすることによりこの **原142によって印加されたRF信号の周波数に対応し** は、AOTFの被長週択特性の幅が広いことから2段段 分岐する。このようにAOTFを2段縦舵使舵するの ることができる。

は、受債したアナログ倡号をデジタル信号に変換して揮 [0174] AOTF部136によって選択されて分岐 **する。このPD143は、荧光した光治度に従ったレベ ルの塩気信号をA/D144に出力する。A/D144** した光信号は、2つに光を分岐する光カプラ134に入 射する。光カプラ134で分岐した一方の光信号は、そ の光信号を受光して光強度を検出するPD143に入射 入側AOTF制御CPU145に送信する。

[0175] また、RF信号頃142は、この挿入側A OTF制御CPU145によって発生するRF信号の周 故数とパワーとを制御される。一方、光カプラ134で 分岐した他方の光信号は、送出すべき情報に従って入力 LDは、この光変闘器133によって変闘され抑入すべ した光を変調する光変顕器133に入射する。入射した き光倡号となる。この光倡号は、光強度を増幅する光ア ンプ132によって増幅され、光SW131に入射す

特国2000-241782

(22)

めるためにRF信号の周波数をスキャンする場合は、何 え、光信号を抑入すべく16×1光カプラ130に入射 【0176】この光SW131は、入射した光信号を後 段の16×1光カプラ130に入射させるか、または何 る。この切換は、挿入側AOTF削御CPU145によ って行われ、RF佰号の周波数と避択波長との関係を求 させる場合は、16×1光カプラ130に入射させるよ により、RF信号の周波数と週択波長との関係を求める ためにRF信号の周波数をスキャンする間に、選択され 94とを介して光伝送路に送出することはないので、光 うに切り換える。このように光SW131を設けること なかった光 (非選択光) を16×1光カプラ130に入 (非選択光)を光カプラ92と光アンプ93と光カプラ 伝送路を伝送するWDM光信号とクロストークすること も接続していない光導波路に入射させるかを切り換え も接続していない光導被路に入射させるように切り換 射させることがない。このため、選択されなかった光

2

借号は、前述したようにリジェクト部分によって遮断さ ラ94とを介して、WDM光信号として光伝送路に送出 6×1光カプラ130に入射し、この16×1光カプラ 92に入射する。光カプラ92に入射した合散された光 れなかった光信号と合彼されて、光アンプ93と光カブ によって他の挿入すべき光信号と合波されて、光カプラ [0177] 光SW131から出力された光信号は、1 され、次のノードへ送信される。 8

【0178】 (本発明と第1の実施形態における挿入部 分との対応関係)以下、本発明と第1の実施形態におけ 6、17に配破の分岐・挿入装置と挿入理部分との対応 る 
抑入的分との対応関係について説明する。 
前水項1

1、144と梅入闽AOTF制御CPU145とEEP 関係については、第3の可変被長避択フィルタはAOT F節135、136とPD140、143とA/D14 ROM1472RF信号版139、1402に対応す

ルタはAOTF部135、136とPD140、143 [0179] 請求項18、19に記載のスペクトルモニ タと挿入部分との対応関係については、配憶手段はRA 部分との対応関係については、第3の可変改長選択フィ 45とEEPROM147とRAM148とRF信号版 139、140と光SW131とに対応し、磁权制御手 **とA/D141、144と抑入側AOTF制御CPU1** M148に対応し、脳断年段は光SW131に対応す 段は樺入側AOTF側御CPU145に対応する。

【0180】 (第1の実施形態における抑入部分の作用 AOTF制御CPU145の制御について説明する。 挿 数果) 女に、AOTF部135、136における抑入側 入回AOTF制御CPU145は、OADM装図制御C PU100から椰入酢可を受け、どのchの光信号を生

ಜ

に印加し、所望の c h の光を光変調器 1 3 3 に入射させ [0181] 挿入側AOTF制御CPU145は、光S W131を何も接続していない光導波路に入射させるよ うに切り換える (#52)。この後のRF信号の周故数 と選択波長との関係を判別する制御は、前述の#42か る。この所望のchの光は、光変調器133で送出すべ ら#48と同様に考えることができるので、その説明を は、挿入すべきchに対応するRF信号の周波数を演算 して、その周改数のRF信号をAOTF135、136 き情報に基づいて変闘され、挿入すべき光信号が生成さ 省略する。そして、挿入側AOTF制御CPU145 成すべきか難別する (#51)。

PU145は、前述の#32と#44までの制御の間に る前に、そのchを選択して分岐するRF信号の周波数 トを補償することができる。したがって、正確に所望の c h の光信号を挿入することができる。一方、スペクト ルモニタとして動作するときは、挿入側AOTF制御C おいて、スキャン周波数を変えたときに、そのRF信号 の周波数とその周波数に対するA/D141、144か を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数シフ らの出力値の極大値をRAM145に記憶する制御を行 【0182】このように、所望のchの光信号を生成す うこと以外#32か5#44と同様の制御を行うので、 その説明を省略する。

の故長とそのときの光強度とを検出するスペクトルモニ 【0183】そして、挿入側AOTF制御CPU145 は、RF信号の周波数と選択波長との関係に基づいてA /D141、144からの出力値とレーザの波長との対 応付けを行う。このように制御することにより、レーザ タとして使用することができる。

\$ 制御について説明する。図12、13、16, 17にお [0184] 次に、この第1の実施形態におけるOAD いて、OADM装置制御CPU100は、どのchを遊 する。この信号を受けたリジェクト側AOTF制御CP U87は、上述の#1から#19の制御を行い、所望の 送信する。そして、リジェクト側AOTF制御CPU8 7 は、上述のトラッキングを行い、最適な遮断状態を維 M装置において、光信号を分岐・挿入する場合の全体の **斩すべきかリジェクト側AOTF制御CPU87に送信** c hを遮断したことをOADM装置制御CPU100に

23は、上述の#31から#48の制御を行い、所望の 50 [0185] 信号を受けたOADM装置制御CPU10 9を介して所望のchを遮断したことを確認すると、ど のchの光信号を受信処理するか分岐側AOTF制御C 0は、光カプラ91と光WS97とスペクトルモニタ9 PU123に送信し、さらに、どのc hに光信号を挿入 [0186] 信号を受けた分岐側AOTF制御CPU1 すべきか挿入側AOTF制御CPU145に送信する。

TF制御CPU145は、上述の#51から#53の制 御を行い、所望のchの光信号を生成したことをOAD OADM装置制御CPU100は、光カプラ94と光W c h の光信号を受信処理したことをO A D M装置制御C PU100に送信する。また、信号を受けた挿入側AO M装置制御C P U 1 0 0 に送信する。この信号を受けた S97とスペクトルモニタ99を介して所望のchの光 信号が挿入されたことを確認する。

[0187] こうして、所望のchの光信号は、分岐・ 挿入される。次に、別の実施形態について説明する。

6、7、13、16に記載の発明を適用して構成された (第2の実施形態の構成) 第2の実施形態は、請求項 可変波長選択フィルタ・OADM装置の実施形態であ [0188] 図18は、第2の実施形態におけるOAD M装置の構成を示す図である。図18において、32被 のWDM光信号は、光強度を増幅する光アンプ150に よって増幅され、光カブラ151に入射する。WDM光 信号には、この光アンプ150によってASEが重量さ れる。この光カプラ151は、入射したWDM光信号を 2つに分岐する。分岐した一方のWDM光信号は、1枚 のニオブ酸リチウム基板上にAOTF部1とAOTF部 F部1の入力側に入射する。一方、分岐した他方のWD 2とを形成したAOTFユニット153におけるAOT M光信号は、AOTF部2の入力側に入射する。

[0189] このAOTFユニット153は、不図示の F部2を同一温度となるように後述するAOTF制御C PUによって制御される。AOTF部1は、16故の光 信号を生成することができる光信号生成回路152から WDM光信号に挿入し、この挿入と同時にこのRF信号 ペルチェ素子によって2つのAOTF部1およびAOT の周波数に応じた波長の光信号をWDM光信号から選択 して分岐する。この印加されるRF信号は、RF信号源 161によって発生し、AOTF制御CPU158によ 58によって発生するRF信号の周波数とパワーとを制 入射する光信号を印加されるRF信号の周波数に応じて 5。また、RF信号源161は、AOTF制御CPU1 って切換制御されるスイッチ162を介して印加され 笛される。 30

【0190】また、分岐した光信号は、16政の光信号 を受信処理することができる受信処理回路154に入射 は、このWDM光信号を2つに分岐して、一方を光伝送 し、受信処理される。一方、AOTF部1を通過するW DM光信号は、光信号生成回路152からの光信号を挿 入されて、光カプラ155に入射する。光カプラ155 路に送出し、次段のノードに送信する。また、分岐した 他方を光WS156に入射する。

[0191] 一方、光カプラ151で分岐した32肢の WDM光信号は、AOTFユニット153におけるAO TF部2の入力側に入射する。このAOTF部2は、R

F信号の周波数と選択故長との関係を判別するために使 印加されたRF信号の周波数に対応して特定波長の光信 用される。AOTF部2は、RF信号源161によって 号を入射したWDM光信号から選択して分岐する。選択 されなかったWDM光信号と選択され分岐した光信号と ともに、光SW156に入射する。

れた光信号をスペクトルモニタ157に入射させる。ス によって光SW156に入射するいずれの光信号をスペ ペクトルモニタ157は、検出した光の放長とその光強 [0192] 光SW156は、スペクトルモニタ157 クトルモニタ157に入射させるかを制御され、指示さ 度とをAOTF制御CPU158に出力する。AOTF 制御CPU158は、スペクトルモニタ157から受信 した光の波長と光強度とをRAM159に蓄積する。ま た、AOTF制御CPU158は、ASEリジェクトR F周波数、ASEリジェクトRFパワーおよび単位RF 信号の周波数変化に対する選択改長変化の値などのデー タを蓄積したEEPROM160とデータの送受信を行 い、AOTFユニット153、RF信号頭161および スイッチ162を後述するように制御する。

以下、本発明と第2の実施形態との対応関係について説 とEEPROM160に対応し、周波数演算手段はAO し、RF信号発生手段はRF信号源161に対応し、ス ペクトルモニタはスペクトルモニタ157に対応し、故 長判別手段はAOTF制御CPU158とRAM159 明する。請求項6に記載の可変被長選択フィルタとの対 [0193] (本発明と第2の実施形態との対応関係) 応関係については、光増幅器は光アンプ150に対応 TF制御CPU158とEEPROM160に対応す 【0194】請求項7に記載の可変改長選択フィルタと の対応関係については、RF信号発生手段はRF信号源 158とEEPROM160に対応する。請水項13に 記載の可変波長選択フィルタは、AOTFユニット15 3 に対応し、温度制御手段はペルチェ素子とAOTF制 161に対応し、スペクトルモニタはスペクトルモニタ 157に対応し、周波数演算手段はAOTF制御CPU 御C P U 1 5 8 に対応する。

理部分との対応関係については、第1の可変波長選択フ 【0195】請水項16に記載の分岐・挿入装置と挿入 イルタはAOTFユニット153とRF信号源161と スペクトルモニタ157とAOTF制御CPU158と EEPROM1602RAM159221622

(第2の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU15 8 は、光信号をAOTF部1によって分岐・挿入する前 に、AOTF部2を使用して、その温度におけるRF信 号の周波数と選択波長との関係をAOTF部2を使用し

20 [0196] AOTF部1とAOTF部2とは、同一基

(54)

特開2000-241782

故数変化に対する選択故長変化の値などの諸特性はほぼ AOTF部2におけるRF信号の周波数と選択波長との 板上に形成されていることから、その単位RF信号の周 同一である。また、ペルチェ繋子によってAOTF部1 とAOTF部2とは、同一の温度であるから、判別した 関係は、そのままAOTF部1に当てはまる。

号に影響を与えることなく、RF信号の周波数と選択波 長との関係を判別することができる。そして、判別した 結果を用いるので、光伝送路を伝送するWDM光信号か 【0197】このため、光伝送路を伝送するWDM光信 次に、RF信号の周波数と選択波長との関係を求める手 ら所望の光信号を正確に分岐・挿入することができる。 頃について説明する。

OTF制御CPU158は、EEPROM160蓄積し [0198] AOTF制御CPU158は、スイッチ1 6 2を切ってRF信号版1 6 1からのRF信号をAOT F部1に印加しないようにする (#61)。そして、A てある「ASEリジェクトRF周故数」、「ASEリジ ェクトRFパワー」を読み込み、RF信号頭161へこ れらのデータを送信する (#62)。

改数およびパワーのRF信号を発生し、AOTF部1に [0199] そして、RF信号頌161は、受信した周 印加する (#63)。そして、AOTF制御CPU15 選択して分岐しない (AOTF部2を通過する) 光信号 8は、スペクトルモニタ157にAOTF部2において は、光SW156に指示してAOTF部2において選択 して分岐しない光信号をスペクトルモニタ157に入射 をモニタするように制御し、スペクトルモニタ157 させるように制御する (#64)。

[0200] そして、スペクトルモニタ157は、WD M光信号の波長帯域にわたって光の波長とその波長にお ける光強度とをモニタして、その結果をAOTF部制御 CPU158に送信する (#65) 30

そして、AOTF制御CPU158は、これらの受信デ ータを一旦RAM159に蓄積する (#66)。

[0201] そして、AOTF制御CPU158は、蓄 積したデータを解析してASEの鑑みを検索する(#6 7)。この検索は、一定の関値を設定し、その関値以下 とによって行うが、この手法は、第1の実施形態で説明 した極大値を求める手法と同様の考えによって行うこと の光強度の範囲において、光強度の極小値を判別するこ \$

[0202] そして、AOTF制御CPU158は、こ 単位RF信号の周波数変化に対する選択波長変化の値お よび各ch間隔から各chを選択して分岐するためのR の極大値を与える故長、ASEリジェクトRF周波数、 F信号の周波数を算出する (#68)。 がでできる。

[0203] そして、AOTF158は、所留のchに 対応するRF信号の周波数を発生するようにRF信号源 161を制御する。さらに、スペクトルモニタ157に

AOTF部2において選択して分岐された光信号をモニ タするように側御し、スペクトルモニタ151は、光S W156に指示してAOTF部2において選択して分岐 された光信号をスペクトルモニタ157に入射させるよ かに監御する(#69)。

御CPU158は、商認の結果所留のchの光信号が分 1)。こうして、所留のこれの光信号が正確に分岐・抑 **【0204】そして、スペクトルモニタ157は、その** モニタ結果をAOTF部制御CPU158に送信し、A OTF制御CPU158は、所留のchの光信号が分岐 されたか否か確認する (#70)。 そして、AOTF制 RF信号級から発生する所留のchに対応するRF信号 の周波数がAOTF部1に印加されるようにする(#7 岐されている場合には、スイッチ162をオンにして、

OTF部2によって、そのchを分岐・挿入するRF信 【0205】─方、AOTF削御CPU158は、確認 は、#61から#70を繰り返す。このように、所留の c hの光信号を分岐・仰入する前にRF信号確認用のA 身の周波数を探すので、温度変化などによるRF信号の **周波数シフトを補償することができる。したがって、正** トルモニタ157においてAOTF部2を通過した光信 身からASEの艦みを判別したが、スペクトルモニタ 1 57によってAOTF部2で選択され分岐したASEを 直接判別し、このASEの故長とそのときのRF伯号の 周被数とから、RF信号の周波数と避択被長との関係を [0206] なお、第2の実施形態においては、スペク **強に所宜のchの光信号を受信処理することができる。** の結果所留のこれの光伯号が分岐されていない場合に 資料してもよい。

[0207] また、第2の実施形態において、ASEの 個みの判別は、第1の実施形態で説明した極大値を求め る手法と同様の考えによって行ったが、AOTF部2に ASEリジェクトRF周波数を印加した場合のスペクト ルモニタ157の出力値とAOTF部2にASEリジェ クトR F 周波数を印加しない場合のスペクトルモニタ1 57の出力値との遊をとることによっても判別すること

[0208] 次に、別の実施形態について説明する。

~10、16に配敬の発明を適用して構成された可変被 及週択フィルタ・OADM装置の実施形態である。図1 9は、第3の実施形態におけるOADM装置の構成を示

が散けられている。このPBS176は、光伝送路から 172と第2の光導波路173とを形成する。これら光 [0209] 図19において、AOTF削170は、圧 配作用を示すニオブ酸リチウムの基板に第1の光導波路 り、これら2つの交叉する部分にPBS176、177 **尊波路172、173は、互いに2箇所で交叉してお** 

DM光信号は、第1の光導故路172を進行し、分離し を進行する。また、PBS176は、8故の光信号を生 成することができる光信号生成回路181から第1の光 導波路172に入射した挿入すべき挿入光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離したTMモードの挿 入光倡号は、第1の光導故路173を進行し、分離した TEモードの光信号は、第2の光導波路173を進行す 第1の光導波路172に入射したWDM光信号をTMモ ードとTEモードとに分離し、分離した TMモードのW たTEモードのWDM光信号は、第2の光導被路173

**る第1の光導波路172上には、金鳳膜の第1のSAW** ド175には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電極であ U191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御 【0210】PBS176とPBS177との間におけ る第1の1DT174にRF信号を印加することによっ て発生する弾性表面波が伝搬する。この第1の1DT1 7.4に印加するRF信号は、後述するAOTF制御CP ガイド175が形成されている。この第1のSAWガイ されるRF信号版171で発生する。

[0211] また、PBS176とPBS177との関 DT179に印加するRF信号は、AOTF制御CPU こおける第2の光導被路173上には、金属膜の第2の SAWガイド178が形成されている。この第2のSA Wガイド178には、櫛を交互にかみ合わせた形状の電 極である第2の1DT179にRF信号を印加すること 191によってRF信号の周波数と信号強度とが制御さ によって発生する単性安面波が伝搬する。この第2の1 れるRF信号源180で発生する。

号のうちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波 ちこの屈折率の周期的な変化と相互作用をする波長のみ 畏のみが、TMモードからTEモードに入れ替わる。同 78と交叉する部分において、弾性数面波による屈折率 【0212】第1の光導波路172は、第1のSAWガ イド175と交叉する部分において、弾性表面故による 2を進行するTMモードのWDM光信号および挿入光信 の周期的な変化が発生する。第2の光導破路173を遺 版に、第2の光導波路173は、第2のSAWガイド1 行するTEモードのWDM光信号および挿入光信号のう 屈折率の周期的な変化が発生する。第1の光導波路17 が、TEモードからTMモードに入れ替わる。 \$

[0213] そして、この入れ替わったWDM光信号お 3を進行して、通過WDM光信号として通過し、光伝送 よび抑入光信号は、PBS177によって進行方向が変 わる。このため、相互作用をした波長のWDM光信号の 分岐し、光カプラ183に入射する。一方、相互作用を み第1の光導波路172を進行して、分岐光信号として しなかった波長のWDM光信号は、第2の光導被路17 路に送出される。

【0214】また、相互作用をした波長の挿入光信号

20

(26)

特開2000-241782

は、通過するWDM光信号に挿入され第2の光導破路1 7.3を辿行して、WDM光信号として光伝送路に送出さ れる。光カプラ183に入射した分岐光信号は、この光 カプラ183によって3つに分岐する。分岐した第1の 分岐光佰号は、8 波の光信号を受信処理することができ る受債処理回路182に入外し、受債処理される。

分離されたTMモードの分岐光信号は、その分岐光信号 を受光して光強度を検出するPD185に入射する。こ のPD185は、受光した光油度に従ったレベルの信気 **債号をA/D187に出力する。A/D187は、受債** 卸CPU191に送信する。同様に、分離されたTEモ 8に出力する。A/D188は、受債したアナログ信号 をデジタル信号に変換してAOTF制御CPU191に [0215] 分岐した第2の分岐光信号は、PBS18 したアナログ信号をデジタル信号に変換してAOTF制 受光した光強度に従ったレベルの配気信号をA/D18 一ドの分岐光信号は、その分岐光信号を受光して光強度 4に入射し、TMモードとTEモードとに分離される。 を検出するPD186に入外する。このPD186は、

【0216】また、分岐した第3の分岐光信号は、その 御CPU191は、各種データを蓄積したEEPROM 分岐光信号を受光して光強度を検出する P D 1 8 9 に入 射する。このPD189は、受光した光強度に従ったレ ベルの電気信号をA/D190に出力する。A/D19 AOTF制御CPU191に送信する。このAOTF制 0 は、受信したアナログ信号をデジタル信号に変換して 192からデータの送受債を行い、RF債号版171、 180を後述するように制御する。

以下、本発明と第1の実施形態との対応関係について脱 2のSAWガイド178とに対応し、第2の偏光手段は 明する。 間水項8に配載の可変被長避択フィルタと第3 PBS176に対応し、第1のRF信号印加手段は第1 し、第2のRF信号印加手段は第2の1DT179と第 の実施形態との対応関係については、第1の偏光手段は 【0217】 (本発明と第3の実施形態との対応関係) の1DT174と第1のSAWガイド175とに対応 PBS177734545。

第2の実施形態との対応関係については、第1のRF作 号印加手段は第1の1DT174と第1のSAWガイド 175とに対応し、第2のRF倡号印加手段は第2の1 DT179と第2のSAWガイド178とに対応し、R D189に対応し、吸大値判別手段はA/D190とA 【0218】 朝水項9に記載の可変被長週択フィルタと F 信号発生手段は第1のR F 信号版171と第2のR F **信号版180とに対応する。また、光強度検出手段はP** OTF単御CPU191とEEPROM192とに対応 し、周波数制御手段はAOTF制御CPU191に対応 22 【0219】 請水項10に記載の可変波長選択フィルタ

PD185に対応し、第2の光強度検出手段はPD18 188 LAOTF制御CPU191 とEEPROM19 と第2の実施形態との対応関係については、第3の信光 **手段はPBS184に対応し、第1の光強度検出手段は** 2とに対応し、周波数制御手段はAOTF制御CPU1 6に対応する。また、吸大値判別年段はA/D187、 91に対応する。

の実施形態との対応関係については、第1の可変被長避 80 LPBS 184 LPD 185, 186, 189 LA /D187、188、190とAOTF慰御CPU19 【0220】 前水項16に記載の分岐・挿入装置と第2 択フィルタはAOTF部170とRF倡号頭171、1 1とEEPROM192とに対応する。 (第3の実施形態の作用効果) AOTF制御CPU19 る前に、PD189とA/D190とを介して受信する 出力値を使用して、その温度におけるRF信号の周波数 と選択故長との関係を判別する。具体的には、以下のよ 1は、光信号をAOTF部170によって分岐・仰入す う判別する。 [0221] AOTF慰御CPU191は、EEPRO M192数粒してある「TMモードスキャン開始RF周 故数」、「TEモードスキャン開始RF周故数」、「ス キャン開始RFパワー」を甑み込み込む(#80)。 ន

171~「TMモードスキャン開始RF周波数」および [0222] AOTF制御CPU191は、RF信号数 「スキャン開始RFパワー」を送信し、RF信号駅18 0~「TEモードスキャン開始RF周波数」および「ス キャン開始RFパワー」を送信する (#81)。そし

1とRF信号源180との周波数が一致するようにこれ らのRF信号版171、180を制御して、第1の実施 より、第1の光導被路172に印加されるRF信号の周 **影節においた観覧した#34かの#41と回換の氫御に** が同一の場合の及大値を判別する(#82)。このとき のRF偕母の周波数を共通扱大値周波数と称することと て、AOTF制御CPU191は、常にRF信号似17 被数と第2の光導破路に印加されるRF信号の周波数と 8

路172にRF個母を印加するRF個母級171を共通 1と同様の考え方によって、TMモードに対する収大値 ず、第2の光導波路173にRF信号を印加するRF信 母似180を共通吸大値周波数に固定し、第1の光導被 [0223] そして、AOTF制御CPU191は、ま **吸大値周波数の前後に亘る一定の範囲内においてスキャ** ソした、第1の実施形像においた既明した#4から#1 を判別する (#83)。 \$

[0224] そして、AOTF慰仰CPU191は、次 に、第1の光導波路172にRF信号を印加するRF信 母郎171を#83で判別した母大値を与える周波数に 固定し、第2の光導波路173にRF値号を印加するR F伯号加180を共通吸大値周波数の前後に亘る一定の

(27)

特開2000-241782

88

こ、#84においてRF信号頭180を固定して、TM **範囲内においてスキャンして、第1の実施形態において** 説明した#4から#11と同様の考え方によって、TE 【0225】もちろん、#83においてRF信号頭17 1を固定して、TEモードに対する最大値を判別し、次 モードに対する最大値を判別する(#84)。

モードに対する最大値を判別してもよい。

**嵌長、単位RF信号の周波数変化に対する選択被長変化** Mモードの最大値を与えるRF信号の周波数、ch1の 【0226】そして、AOTF制御CPU191は、T の値および各ch間隔から各chを選択して分岐するた めのTMモードにおけるRF信号の周波数と選択液長と の関係を算出する(#85)。そして、AOTF制御C PU191は、TEモードの最大値を与えるRF信号の 周波数、c h 1 の波長、単位R F 信号の周波数変化に対 する選択波長変化の値および各ch間隔から各chを選 **択して分岐するためのTEモードにおけるRF信号の周** 故数と避択被長との関係を算出する (#86)。

[0231]

挿入する前に、そのc hを分岐・挿入するR F 信号の周 **数を探すので、温度変化などによるRF信号の周波数** シフトを補償することができる。さらに、TEモードを TMモードに入れ替える最適なRF信号の周波数とTM モードをTEモードに入れ替える最適なRF信号の周波 数とは、互いに異なるが、このような構成とすることに より、各モードに対し異なる周波数のRF信号を印加し て細かい髑盤をすることができるから、第3の実施形態 におけるOADM装置は、正確に特定波長の光信号を分 【0227】このように、所留のchの光信号を分岐 岐・挿入することができる。

【0228】ここで、光伝送路において編光がゆっくり 回転している場合、すなわち、AOTF制御CPU19 1がRF信号頭171、180に周波数のデータを送信 してその周波数に対するA/D190の出力値を得る時 間よりも偏光がゆっくり回転している場合には、A/D 190の出力値ではなく、A/D187、188の出力 値を使用することにより、より正確にTMモードにおけ ドにおけるRF信号の周波数と選択波長との関係を得る るRF信号の周波数と選択波長との関係およびTEモー ことができる。

て、A/D190の出力値の代わりにA/D187の出 力値とA/D188の出力値との平均値を用いる。そし て、#83において、TMモードに対する最大値を判別 する場合には、A/D190の出力値の代わりにTEモ TEモードに対する最大値を判別する場合には、A/D 190の出力値の代わりにTMモードのA/D187の 出力値を用いる。このようにしてAOTF制御CPU1 ードのA/D188の出力値を用い、#84において、 【0229】この場合には、#80から#82におい 91は、#80から#86までの制御をすることによ

の関係およびTEモードにおけるRF信号の周波数と選 沢波長との関係を算出することができる。

実施形態におけるOADM装置は、より正確に特定波長 れるRF信号との相互作用をより厳密に判別することが できる。第2の光導被路173を進行する光信号とRF **信号源180によって印加されるRF信号との相互作用** をより厳密に判別することができる。このため、第3の 【0230】このように分岐光信号をPBS184によ 2を進行する光信号とRF信号源171によって印加さ って各モードごとに分離するので、第1の光導故路17 の光信号を分岐・挿入することができる。 【発明の効果】請求項1ないし請求項13に記載の発明 号の周波数と選択波長との関係を判別するから、温度変 化や経年変化などが生じても所定故長の光を分岐・挿入 第1の光導波路と第2の光導波路とにRF信号を個別に 周波数を変えて印加することができるので、所定波長の では、光を分岐・挿入する前にその温度におけるRF信 光を分岐・挿入するために微妙な闢盤を行うことができ することができる。特に、請求項8に記載の発明では、

8

第1の光導波路を進行する光とRF信号との相互作用お よび第2の光導波路を進行する光とRF信号との相互作 用を個別に闢べて、第1の光導波路と第2の光導波路と るので、所定波長の光を分岐・挿入するために微妙な調 にRF信号を個別に周波数を変えて印加することができ 【0232】また、請水項9、10に記載の発明では、 整を行うことができる。

信号を光伝送路などに送出することがない。このため光 [0233] 請水項14に記載の発明では、所定被長の 光信号を充分に遮断することができるので、RF信号の 周波数と選択波長との関係をスキャンして判別する間光 伝送路を伝送する光信号にクロストークなどの影響を与 えることがない。請求項15ないし請求項17に記載の 発明では、WDM光信号を分岐・挿入する前にその温度 るから、温度変化や経年変化などが生じても所定波長の におけるRF信号の周波数と選択波長との関係を判別す 光を分岐・挿入することができる。 8

用することによってスペクトルモニタを実現することが できる。請求項20に記載の発明では、請求項1または 【0234】請水項18、19に記載の発明では、請水 項1または請求項2に記載の可変被長避択フィルタを利 請求項2に記載の可変波長選択フィルタを利用すること によってスペクトルモニタの機能を兼ね備えたOADM 装置を実現することができる。 40

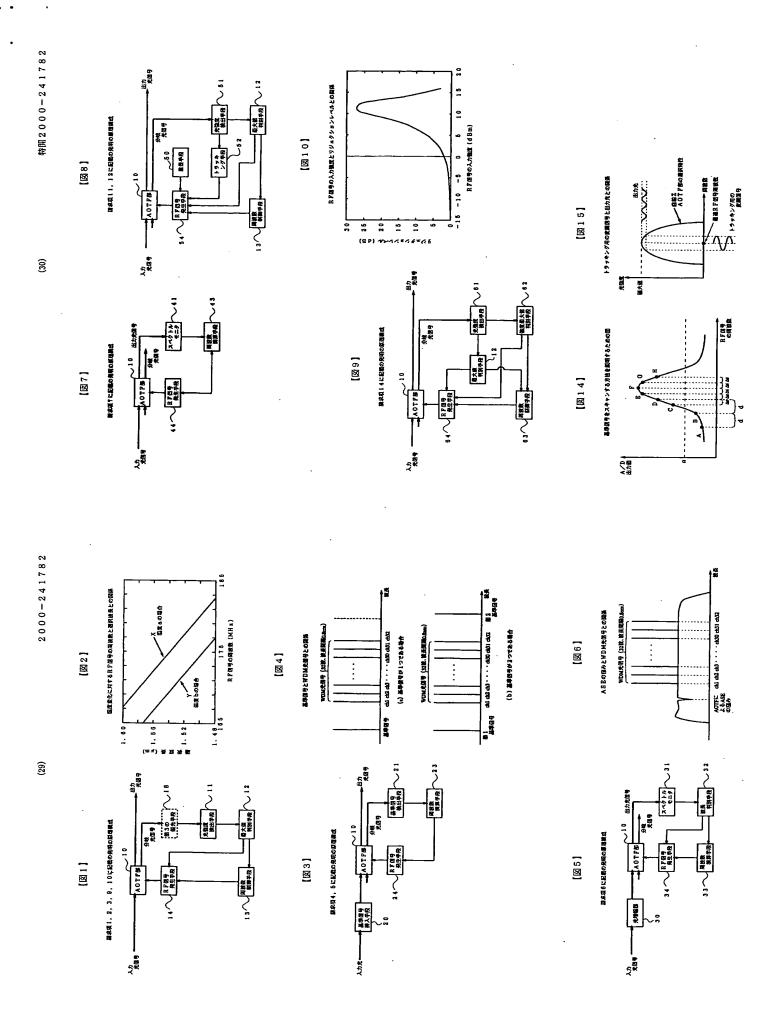
[図面の簡単な説明]

[図1] 請水項1, 2, 3, 9, 10に記載の可変波長 **御択フィルタの原理構成を示す図である** 

【図2】温度変化に対するRF信号の周波数と選択被長 との関係を示す図である。 ಬ

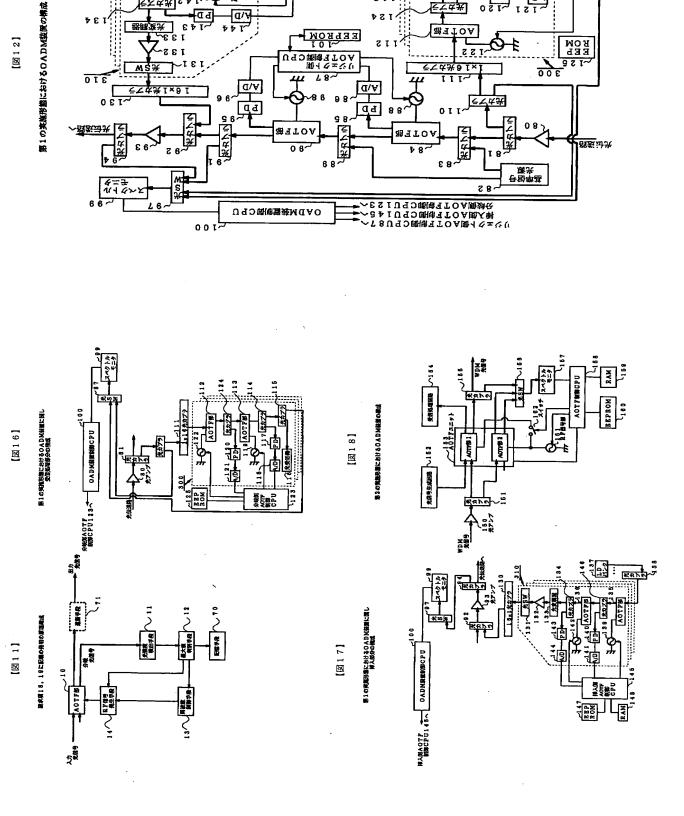
EEPRO 84, 90, 112, 113, 135, 136 AOT 85, 95, 117, 120, 140, 143, 18 88, 98, 119, 120, 139, 142, 16 RF信号発生手段 101, 125, 147, 160, 192 23、33、43、63 周波数演算手段 87 リジェクト側AOTF制御CPU 158、191 AOTF制御CPU 123 分岐側AOTF制御CPU 145 挿入側AOTF制御CPU 1、171、180 RF信号源 100 OADM装置制御CPU 152,181 光信号生成回路 176, 177, 184 PBS 99、157 スペクトルモニタ 24, 34, 44, 54 31、41 スペクトルモニタ 154、182 受信処理回路 178 第2のSAWガイド 175 第1のSAWガイド AOTFユニット 強度最大值判別手段 5, 186, 189 PD 基準信号挿入手段 2 1 基準信号検出手段 トラッキング手段 148, 159 RAM 第1の光導波路 173 第2の光導被路 174, 179 IDT 第3の偏光手段 83、89 光カプラ 被長判別手段 151 光カプラ 基準信号源 スイッチ ∦SW 光增幅器 重疊手段 遮断手段 記憶手段 光アンブ 131 153 162 172 30 2 0 20 2 2 6 2 8 0 把租 32 2 0 8 2 ಜ 49 2 |図3||請求項4,5に記載の可変被長選択フィルタの 【図5】請水項6に記載の可変故長選択フィルタの原理 【図6】ASEの鑑みとWDM光信号との関係を示す図 [図7] 請求項7に記載の可変波長選択フィルタの原理 [図8] 請求項11, 12に記載の可変波長選択フィル [図9] 請求項14に記載の可変波長選択フィルタの原 【図10】RF信号の入力強度とリジェクションレベル 【図12】第1の実施形態におけるOADM装置の構成 【図14】基準信号をスキャンする方法を説明するため 【図15】トラッキング用の変調信号と出力光との関係 [図19] 第3の実施形態におけるOADM装置の構成 【図4】基準信号とWDM光信号との関係を示す図であ [図11] 請求項18, 19に記載のスペクトルモニタ [図18] 第2の実施形態におけるOADM装置の構成 [図21] AOTFを用いたOADM装置の第1の基本 【図22】AOTFを用いたOADM装置の第2の基本 【図13】第1の実施形態におけるOADM装置に関 【図17】第1の実施形態におけるOADM装置に関 【図16】第1の実施形態におけるOADM装置に関 [図20] 従来のAOTFの構成を示す図である。 し、リジェクト部分の構成を示す図である。 し、受信処理部分の構成を示す図である。 し、挿入部分の構成を示す図である。 11、51、61 光強度検出手段 タの原理構成を示す図である。 の原理構成を示す図である。 **原理構成を示す図である。** との関係を示す図である。 埋構成を示す図である。 最大值判別手段 13 周波数制御手段 異成を示す図である。 構成を示す図である。 異成を示す図である。 異成を示す図である を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 を示す図である。 10 AOTF [符号の説明] の図である。 2

り、TMモードにおけるRF信号の周波数と選択波長と



多機能印刷 Fine Print 2000 試用版 http://www.nsd.co.jp/share/

[図12]



RAM L

HOW TEL

ı s

α/v Qa

海人献 AOTF 耐御 CPU

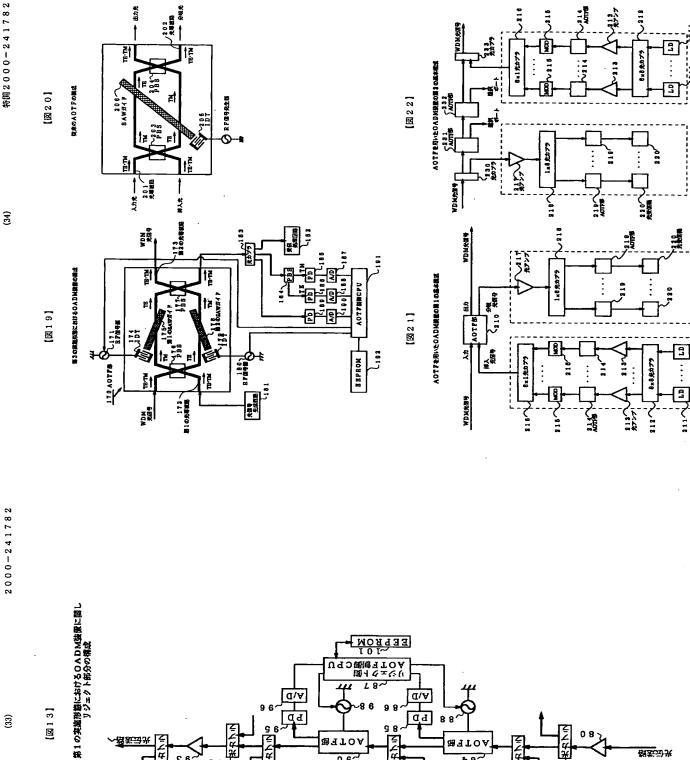
<u>a</u>4 <u>a</u>√∧

数旬受米 8 I I

A校阅 AOTF 即即 CPU

EEP ROW

多機能印刷 FinePrint 2000 試用版 http://www.nsd.cojp/share/



0 6

OAD概義置影陶CPU

001

68

**GOTF部** 

8 3

ルジェクト側AOTF制御CPU

导函型基 斯光

フロントページの統治

(72)発明者 齋藤 芳広

神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9 号 富士通ディジタル・テクノロジ株式会

(72)発明者 久保寺 和昌

神奈川県横浜市港北区新横浜2丁目3番9号 - 富士通ディジタル・テクノロジ株式会社内

Fターム(参考) 2H079 AA04 AA12 BA02 CA07 EA05

EB23 FA03 FA04 HA07 KA06 5K002 BA02 BA04 BA05 CA05 DA02 EA05 FA01